

Université Aboubekr Belkaid Tlemcen

M^{elle} CHAREB-YSSAAD Ismahane

Gestion intégrée et économie de l'eau

Licence : Réseaux hydrauliques

CHAPITRE I :

L'EAU FACTEUR MAJEUR DANS LE DEVELOPPEMENT DES CIVILISATIONS MONDIALES

- 1. INTRODUCTION**
- 2. DE L'EAU AU QUOTIDIEN A LA DECOUVERTE DE L'IRRIGATION**
- 3. LES EFFETS DE L'INDUSTRIALISATION SUR LA CONSOMMATION DE L'EAU**
- 4. LES ENJEUX LIES A L'EAU**
- 5. EAU POTABLE**
- 6. TYPE D'ADDUCTION D'AEP**
- 7. LES PROBLEMES D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE**

1. INTRODUCTION

L'usage de l'eau conditionne de nombreuses activités humaines et notamment économiques : l'eau est nécessaire aux besoins vitaux de l'homme, des animaux et des plantes. Sans eau, pas d'urbanisation, ni d'agriculture, ni de pêche. C'est une ressource indispensable à la plupart des activités industrielles : composant chimique, source de refroidissement, de transport ou de dilution. L'eau est aussi une source d'énergie ou une source froide peu coûteuse. Elle est également voie de transport. La présence d'eau de qualité est nécessaire au tourisme et aux loisirs (baignade, promenade...).

Tous ces usages influent sur la ressource en eau au plan quantitatif ou qualitatif (pollution, réchauffement...) et sur les écosystèmes aquatiques (destruction ou modification des habitats...).

- **Le bilan hydrique global**

Tableau (I.1) : Volumes estimés et temps de résidence des principales réserves d'eau de la planète (Source : L S Kuchment 2002 ; G de Mersily, 2000 ; P H Gleik, 1993)

| Réserves du globe | Volume (km ³) | Fraction du total (%) | Temps de résidence moyen (années) |
|--------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Océans | 1 350 000 000 | 97,40 | 2500 |
| Glaciers | 24 500 000 | 1,767 | 1 000-10 000 |
| Eaux souterraines | 11 250 000 | 0,812 | 1 500 |
| Lacs et mers intérieures | 210 000 | 0,015 | 10-20 |
| Rivières | 2 000 | 0,00015 | 0,04-0,08 |
| Teneur en eau des sols | 25 000 | 0,0018 | 1 |
| Eau atmosphérique | 13 000 | 0,00095 | 0,022 |
| Total | 1 386 000 000 | 100 | |

- **Cycle hydrologique**

Figure (I.1) : composantes du cycle hydrologique

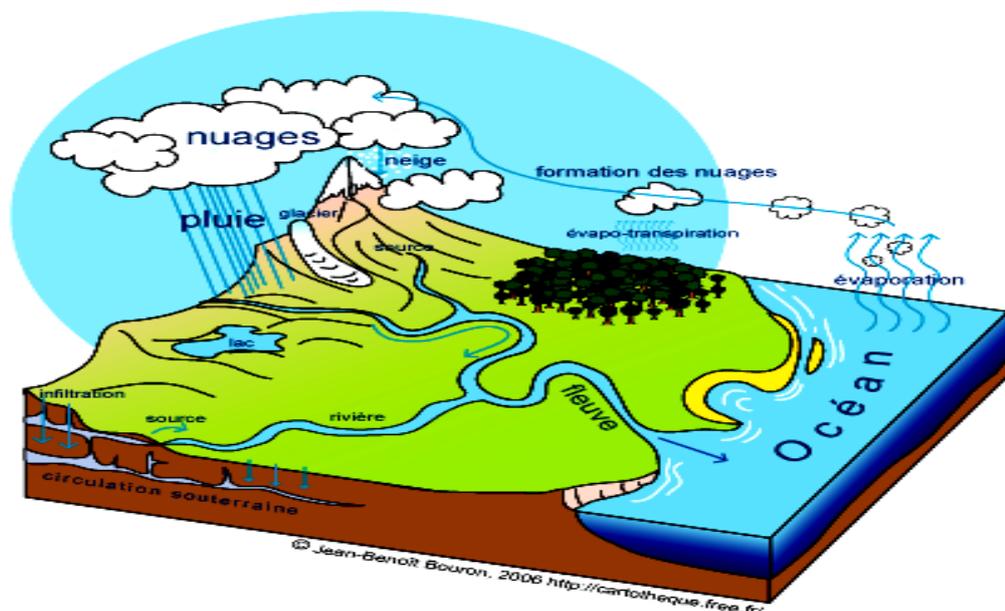


Tableau (I.2) : Estimation globale des quantités d'eau liées aux différentes composantes du cycle hydrologique (Source : World Ressources, 1991 ; G. de Mersily, 2000 ; Atlas of water, 2004)

| Composante | Débit (km ³ /an) | Lame d'eau (mm/an) |
|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Précipitation sur les océans | 385 000-458 000 | 1 120-1 330 |
| Evaporation des océans | 425 000-502 800 | 1 250-1 480 |
| Précipitation sur les continents | 111 000-119 000 | 720-770 |
| Evaporation des continents | 71 000-74 200 | 410-430 |
| Flux des continents vers les océans | 40 000-44 800 | 230-260 |

2. DE L'EAU AU QUOTIDIEN A LA DECOUVERTE DE L'IRRIGATION

Le secteur agricole est le plus grand utilisateur d'eau, il est à ce titre le plus grand pollueur. L'augmentation de la population exige davantage de nourriture. Cette augmentation peut être réalisée, soit par des superficies encore plus vastes bénéficiant d'un régime pluvial favorable, soit par l'extension des terres irriguées qui ont l'avantage de meilleure productivité. L'irrigation a joué un rôle considérable pour l'augmentation de la production alimentaire au cours des dernières décennies, cependant son apport total reste inférieur à celui de l'agriculture pluviale. Les superficies irriguées, sont évaluées à 264 millions ha soit 17 % des 1,5 milliards ha de superficies cultivées dans le monde. Les superficies cultivables quant à elles sont estimées par la FAO (Food and Agriculture Organisation) à 4.2 milliards d'hectares. Ces 17 % assurent près de 40 % de la production alimentaire mondiale alors que les 60 % restants sont le produit de l'agriculture pluviale. Une petite superficie irriguée peut remplacer et produire autant qu'une plus vaste superficie en régime pluvial, de faible rendement. La productivité des terres irriguées est trois fois supérieure à celle des terres cultivées et non irriguées. Les surfaces les plus vastes sont indiquées dans le tableau (I.3).

Tableau (I.3) : Superficies irriguées dans le monde

| Pays | Surface irriguée (millions ha) | % |
|---------------------------------|--------------------------------|------------|
| Chine | 76 | 28,8 |
| Autres pays | 61 | 23,2 |
| Inde | 44 | 16,2 |
| USA | 25 | 9,6 |
| Moyen Orient et Afrique du Nord | 23 | 8,7 |
| Pakistan | 15 | 5,8 |
| Amérique latine et Caraïbes | 14 | 5,4 |
| Afrique Subsaharienne | 6 | 2,3 |
| Total | 264 | 100 |

Les besoins en eau pour l'homme sont relativement faibles, l'homme boit en moyenne 4 litres par jour mais pour se nourrir, il lui faut 5000 litres. Les quantités moyennes d'eau, relatives à la production de 1 kg de matière végétale sont illustrées dans le tableau (I.4)

Tableau(I.4) : Quantités moyennes d'eau pour la production de 1kg de matière végétale

| Espèce végétale | Quantité moyenne d'eau (litre) |
|-----------------|-----------------------------------|
| Mais ensilage | 238 |
| Banane | 346 |
| Mais grain | 454 |
| Orge | 524 |
| Pomme de terre | 590 |
| Blé | 590 |
| Soja | 900 |
| Riz pluvial | 1 600 |
| Riz inondé | 5 000 |
| Coton | 5 263 |

Source : FAO, 2004

La sous-alimentation chronique (moins de 2200 calories/j) affecte plus de 800 millions de personnes, dont l'écrasante majorité vit dans les milieux ruraux. Près du tiers de la population mondiale se trouve selon la FAO, dans le dénuement totale. L'Afrique noire est la zone la plus touchée par ce fléau, où pas moins de 38 % de la population vivront dans l'extrême pauvreté. La proportion sous alimentée atteint 43 % en Afrique Subsaharienne. Les rapports de la FAO indiquent que plus de 9 millions de personnes meurent chaque année de fin.

La production vivrière doit augmenter de 60 % pour combler les déficits nutritionnels causés par la croissance démographique. A cet effet, les superficies irriguées doivent augmenter. Leur évolution à 331 millions ha, projetée Pour l'horizon 2050, consommerait annuellement environ 500 km³ de plus qu'aujourd'hui.

L'agriculture irriguée est un mode de production intensive. Le dopage en eau et en produits fertilisants conditionne la productivité agricole tout en augmentant les rejets polluants dans la nature. La sur-irrigation conduit assez souvent aux phénomènes d'engorgement et de salinisation des sols arrosés, se qui mène au phénomène de la désertification. Dans l'ensemble du monde quelques 80 millions d'ha de terre agricole ont été ainsi dégradées par la combinaison de la salinisation et de la saturation en eau des sols. Les sols touchés par la salinisation représentent 20 % des surfaces irriguées dans le monde.

L'irrigation engendre deux effets contradictoires, en assurant la fertilité et la productivité des terres, elle provoque le dessèchement des réserves d'eau d'un côté et l'engorgement des sols de l'autre.

Les techniques d'irrigation qui ont été développées à travers le temps ont largement évoluées et fournissent des rendements supérieurs alors que les volumes d'eaux consommés ont diminués de manière significative.

- **Irrigation par gravité**

C'est la méthode la moins efficace mais la plus utilisée. Elle utilise la gravité terrestre comme source d'énergie pour transporter l'eau de sa source vers les terres irriguées. Elle ne nécessite donc aucun apport d'énergie mécanique ou électrique, mais elle cause une perte d'eau par

évaporation et percolation au-delà de la zone racinaire des plantes ainsi qu'une dégradation de la qualité des sols et de l'eau dans les nappes souterraines.

- **Irrigation par aspersion**

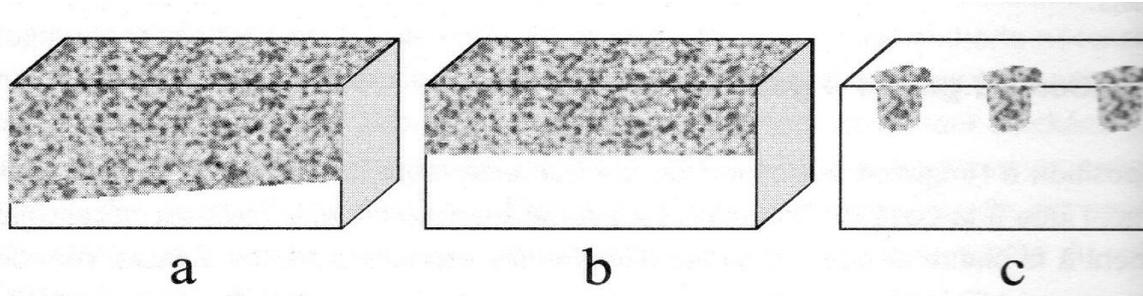
Ce procédé plus moderne et plus efficace, répandu dans les pays développés car il nécessite une infrastructure permettant le transfert d'eau sous pression. L'irrigation par aspersion présente certains désavantages : elle humecte les plantes, ce qui favorise l'établissement et la prolifération de certaines maladies, ou affecte la plante lorsque l'eau utilisée est de mauvaise qualité ou saline.

- **Irrigation au goutte à goutte**

Par opposition à l'irrigation par aspersion qui humecte toute la surface du sol de façon uniforme, l'idée à la base de l'irrigation au goutte à goutte est que l'eau est nécessaire seulement à la plante et qu'il est inutile d'irriguer les espaces entre les plantes. L'eau est donc distribuée à très faible débit et localement pratiquement au niveau de chaque plante. Les principaux avantages de l'irrigation au goutte à goutte sont l'augmentation du rendement des cultures, la réduction de pertes d'eau par évaporation, la réduction des quantités de fertilisants appliquées et la baisse des quantités lessivées au-delà du système racinaire vers les nappes souterraines en participant à la réduction de la pollution et à la protection écologique.

Une illustration des différents types de régime hydrique dans le système racinaire résultant de ces trois méthodes d'irrigation est fournie par la figure (I-2).

Figure (I-2) : Les différents types de régime hydrique dans le système racinaire par l'irrigation par gravité(a), l'irrigation par aspersion(b) et l'irrigation au goutte à goutte



3. LES EFFETS DE L'INDUSTRIALISATION SUR LA CONSOMMATION DE L'EAU

La consommation en eau du secteur industriel est d'autant plus élevée que le pays est développée et industrialisée. On estime que l'industrie mondiale actualisait annuellement 725 km³ d'eau en 1995 et qu'en 2025 ce chiffre sera doublé. 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 les pays sous-développés, le secteur industriel ne consomme que 8 % des volumes d'eau globaux.

Les industries les plus gourmandes en eau sont celles de transformation. En France, quatre secteurs d'activité (Chimie, fibre synthétique, papier et métallurgie) totalisent à eux seuls les 2/3 de la consommation industrielle tableau (I.5). Par ailleurs le complexe industriel d'El Hadjar (Annaba, Algérie), exige à plein régime un débit de 700 l/s, environ l'équivalent des besoins d'AEP de la ville de Annaba.

Tout type d'industrie utilise l'eau et la pollue avant de la rejeter dans la nature. Dans l'industrie pétrolière, l'eau surchauffée (200 à 800 °C) est utilisée dans le cracking du pétrole. On utilise 70 litres d'eau pour raffiner 1 litre d'essence. La vapeur d'eau est un bon vecteur d'énergie, elle fait fonctionner les machines à vapeur et les turbines des centrales électriques. Exceptée, cette dernière activité, le secteur de l'industrie est aussi plus grand pollueur, dont les 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. Le secteur de tannerie utilise 40 m³ d'eau par tonne de peau brute. Ces volumes d'eau lessivent de grandes quantités de matières polluantes.

Tableau (I.5) : Quantités moyennes d'eau nécessaires à a 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 |

On estime qu'entre 200 et 400 produits chimiques contaminent les cours d'eau et les mers dans le monde. Les produits synthétiques comptent parmi les pires polluants, quelques 70000 substances chimiques différentes sont régulièrement employées dans le monde. Chaque année, la vente de 1000 nouveaux composés, apporte une nouvelle pollution, difficile à détecter et à éliminer.

Pour cela, il est impératif de connaître les types de pollutions et les méthodes de dépollution propre à chaque site industriel pour traiter efficacement ses effluents.

En effet, il existe autant de pollution industriel qu'il existe d'industrie. On distingue notamment les pollutions :

- Aux métaux
- Aux acides, bases et divers produits chimiques
- Aux hydrocarbures
- Aux matière organiques et graisses
- Aux matières radioactives

Toutes ces pollutions doivent être traitées à la source et faire l'objet d'un suivi sur site afin de limiter ou d'empêcher les impacts environnementaux.

4. LES ENJEUX LIES A L'EAU

1. **Enjeu écologique :** Elle fait partie avec l'air et le sol des premiers systèmes physiques de l'environnement. L'eau est un système, avec trois états : glace, eau, vapeur. L'eau coule, dissout, érode, pousse, noie et féconde tout à la fois.
2. **Enjeu social et démocratique :** réintroduire le citoyen dans le cycle de la gestion de l'eau
3. **Enjeu économique:** En un sens l'eau est donnée gratuitement par la nature. La pluie tombe indifféremment sur les bons et sur les méchants. Mais le système sociotechnique de gestion de l'eau coûte cher et demande une organisation efficace.
4. **Enjeu politique :** Par exemple, la gestion de l'eau au niveau des bassins versants déborde le découpage administratif des municipalités.
5. **Enjeu juridique:** L'eau est un bien à caractère patrimonial. Elle n'appartient à personne, ni à une compagnie privée, ni à l'État. Elle est un patrimoine c'est-à-dire ce que l'on reçoit et que l'on rend. Elle est au passé et à l'avenir, en transition dans le présent. Nous recevons l'eau en état plus ou moins correct. Notre responsabilité est de la rendre en meilleur état. Si nous la rendons dégradée, nous laissons à nos descendants un monde dégradé.

5. EAU POTABLE

L'eau potable du fait de sa composition en hydrogène et en oxygène est la meilleure des boissons. L'eau dite domestique est conventionnellement propre, elle est dépourvue des éléments nuisibles. On estime que 20 à 40 litres d'eau douce par personne et par jour sont le minimum indispensable pour répondre aux seuls besoins en boisons et en assainissement. Si on ajoute les besoins d'hygiène, de préparation des repas, ce chiffre varie entre 40 et 200 litres en moyenne, selon les disponibilités hydriques locales. Il faut signaler que plus l'eau est disponible, plus son usage est abondant. Il y a à peine un siècle, la population mondiale était majoritairement (90 %) rurale alors qu'aujourd'hui environ la moitié est citadine. L'utilisation de l'eau est différente selon que le mode de vie est citadin ou rural.

Jadis en ville, l'eau courante était distribuée uniquement par des bornes fontaines publiques alors que la population rurale s'approvisionnait surtout par le biais des puits et des sources d'eau. Le pompage était encore moins développé et la consommation était relativement faible. C'est vers 1820 que les français découvrent le plaisir de l'eau dans les robinets domestiques. En 1900, le citadin moyen américain se contentait pour ses besoins domestiques de 10 m³ d'eau durant l'année (27 l/j) contre 200 m³ (500l/j) aujourd'hui.

L'urbanisation c'est nettement imposée comme un mode préférentiel de vie avec une consommation d'eau individuelle dans le monde, correspondant en moyenne annuelle de 50 m³ soit 137 l/j/personne. Au rythme de cette urbanisation, la distribution de l'eau domestique a tiré profit du génie hydraulique pour s'étendre à plus d'agglomérations et de villages. La couverture de la population en réseau de distribution d'eau potable a été évaluée à plus de 90 % en ville et à 80 % en milieu rural. Parallèlement le taux de connexion au réseau d'assainissement ne dépasse pas 70% et 50 %, respectivement en ville et en campagne. Cependant, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2006) estime que plus d'un milliard de personnes ne disposent pas d'installations d'approvisionnement en eau potable et 2,4 milliards de personnes n'ont pas accès à des systèmes d'assainissement. Pourtant chaque individu n'a besoin que 2 à 4 litres d'eau douce en minimum pour répondre aux seuls besoins journaliers en boisson. Les populations non desservies en eau potable sont localisées principalement dans les continents asiatique et africain, respectivement avec des taux de 65 % et 27 % contre seulement 6 % en Amérique Latine et 2 % en Europe.

L'Ethiopie n'offre l'accès à l'eau potable qu'à 22 % de ces habitants, ce taux est le plus faible dans le monde.

L'eau potable à domicile est une invention relativement récente, qui aujourd'hui encore, est loin d'être répandue dans le monde entier. Cet accès à l'eau potable, à proximité du consommateur, a stimulé la consommation. Celle-ci est considérablement accrue avec les installations comme le lavabo, la douche, la baignoire, les toilettes, les laves linge et les laves vaisselle. Le tableau (I.6) mentionne la consommation moyenne en eau de ses installations sanitaires

Tableau (I.6) : Quantités moyennes d'eau, nécessaires pour ses installations domestiques

| Installation sanitaire | Quantité d'eau utilisée en litre |
|------------------------|----------------------------------|
| Chasse d'eau | 10-12 |
| Vaisselle | 5-15 |
| Douche | 30-80 |
| Lessive | 80-120 |
| Bain | 150-200 |

Source : Revue l'Expression, 2006

Les pollutions observées dans les eaux domestiques après usage sont les suivantes :

- Huiles, Graisses
- Lessives, Détergents
- Matières organiques et matières en suspension

Les eaux usées domestiques sont souvent traitées dans les stations d'épuration ou STEP dont le but est de séparer les polluants présents dans l'eau qui pourraient potentiellement polluer l'environnement.

❖ L'eau conditionnée

La consommation de l'eau n bouteille est-elle devenue un phénomène de société ? Dans le monde cette consommation est évaluée à 126 milliards de litres dont 6 milliards uniquement en France. La moyenne mondiale n'est que 18 litres par an. Ce type de consommation est en évolution pour deux principales raisons :

1. La qualité de l'eau domestique distribuée par les réseaux est de plus en plus douteuse. Aux Etats Unis, on a décelé dans l'eau potable plus de 700 produits chimiques dont 129 sont jugés particulièrement toxiques pour l'homme.
2. Le profit facile et juteux pour les nouveaux marchands de l'eau.

La consommation d'eau en bouteille progresse régulièrement dans le monde depuis une trentaine d'années, moyennant 12 % par an. Les européens sont les principaux consommateurs (107 litres par personne et par an). Aux Etats Unis 57 % des américains boit régulièrement de l'eau en bouteille.

Il convient de noter que ni la commission du Codex Alimentarius, ni l'OMS ne garantissent une quelconque norme d'eau minérale. S'il existe dans de nombreux pays des normes nationales et des procédures d'agrément, aucun système de certification international n'a été approuvé du fait de la difficulté d'établir une frontière entre une eau de source, une eau de puits ou une eau de forage.

En Algérie, l'eau minérale est définie selon le décret exécutif du 15 juillet 2004, par une eau provenant d'une nappe souterraine et se distingue par sa pureté et sa teneur spécifique en sels minéraux, oligo-éléments et autres constituants. L'eau de source, en revanche est définie comme une eau exclusivement souterraine, apte à la consommation humaine mais microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution.

6. TYPE D'ADDUCTION D'AEP

L'adduction d'eau regroupe les techniques permettant d'amener l'eau depuis sa source à travers un réseau de conduites ou d'ouvrages architecturaux (aqueduc) vers les lieux de consommation. Le terme d'adduction vient étymologiquement du latin : *ad ducere* (mener ou conduire vers, amener...)

L'adduction d'eau potable (AEP) peut se diviser en divers éléments :

- la source qui peut être un forage équipé d'un système de pompage (cas le plus fréquent), un cours d'eau naturel ou un plan d'eau.
- un réseau de transport constitué de canalisations souvent enterrées, d'ouvrages d'arts (pont, siphon, canal) et d'un système, automatisé ou non, de vannes et de pompes ;
- divers systèmes de stockage intermédiaires ;
- un réseau terminal de distribution amenant l'eau aux consommateurs finaux ou à des points de distribution collectifs (pompes, fontaines, etc.).

Il y a deux types d'adduction :

- **l'adduction gravitaire**, où l'écoulement de l'eau à des pressions importantes est causé par la différence des niveaux hydrauliques : l'altitude de la source est supérieure à l'altitude du point de consommation, et se déplace donc grâce à la force de gravitation d'où son nom. C'est le principe du Château d'eau.
- **l'adduction par refoulement** où la pression sur le réseau et l'acheminement de l'eau se fait à l'aide de pompes à l'intérieur de stations de pompage.

7. LES PROBLEMES D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

- **Une ressource déjà rare.** Plus de 70 % de la surface du globe est recouverte d'eau mais 2,5 % seulement de cette masse est constituée d'eau douce, le reste étant l'eau salée des océans.

- **Une répartition inégale.** Les régions largement irriguées par de grands fleuves disposent d'importantes réserves en eau même si le niveau peut varier énormément entre saisons sèche et humide. On a 263 bassins fluviaux qui recouvrent 45,3 % de la surface de la terre sont partagés par 90 % des pays dans le monde, soit 145 Etats riverains sont répartis aléatoirement.
- **La sécurité alimentaire.** Plus la population augmente et plus la quantité d'aliments nécessaires pour nourrir la planète s'accroît. Depuis les années 60, les agriculteurs ont recours à l'irrigation intensive pour satisfaire cette demande croissante. L'irrigation représente actuellement 70 % de l'ensemble de la consommation mondiale d'eau douce. Dans les zones arides, l'irrigation absorbe jusqu'à 90 % des ressources en eau disponibles.
- **Le gaspillage.**
 - Dans les pays en développement les fuites représentent jusqu'à 50 % de la perte de l'eau potable.
 - L'irrigation intensive, s'accompagne également de pertes qui peuvent aller jusqu'à 40 % de l'eau de pompage.
 - Les membres d'une famille vivant dans des régions arides d'Afrique disposent de 10 à 40 litres d'eau par personne et par jour pour boire, faire la cuisine et se laver, alors que les habitants des villes d'Europe ou d'Amérique du Nord consomment de 300 à 600 litres par jour et par personne.
- **L'explosion démographique.** La population mondiale devrait compter 8,7 milliards d'hommes d'ici 2025, soit 2,6 milliards de plus qu'en 1995, et cette croissance sera surtout sensible dans les régions qui souffrent déjà de rareté ou de pénurie d'eau. A l'heure actuelle, les trois quarts de la population mondiale vivent dans des régions qui consomment un peu plus de 20 % des ressources en eau disponibles.
- **La pollution.** L'industrie restitue aux fleuves et aux lacs la majeure partie de l'eau qu'elle utilise, mais celle-ci est souvent contaminée. Et l'eau de drainage provenant de l'irrigation contient souvent des engrais et des pesticides qui polluent les sources et les rivières. En plus l'épuration des eaux usées venant des zones urbaines n'est encore généralisée mondialement.
- **Le changement climatique.** Beaucoup d'analystes prévoient une élévation de un à deux degrés de la température de l'air d'ici 2050 par suite du réchauffement planétaire. Dans les zones arides, cela pourrait entraîner une baisse de 10 % des précipitations et une réduction de 40 à 70 % de la masse des eaux lacustres et fluviales. Dans les régions plus froides éloignées de l'équateur, l'amplitude accrue du dégel printanier pourrait se traduire par des inondations, alors que le débit d'étiage des rivières serait plus faible. Ainsi qu'ils prévoient un accroissement de la désertification.
- **Urbanisation**

La croissance démographique et le développement économique ont favorisé le déplacement massif des individus, transformant ainsi le paysage des villes et des campagnes à travers le monde. A titre d'exemple de New Delhi en Inde, comptait 5 millions d'habitants en 1975 et couvrait une superficie d'environ 200 Km². Ces valeurs sont estimées en l'an 2000 à 12 millions d'habitants sur une superficie de 750 Km². En

2005, sa superficie a doublé, sa population dépassée les 15 millions d'habitants et elle est supposée d'atteindre 22 millions d'habitants dans 15 ans.

- **Déforestation**

Environ 20 % des richesses forestières du monde se trouvent en Russie, et 30 % des forêts tropicales, dans le bassin de l'Amazone, au Brésil. Des images prises par satellite montrent l'étendue dramatique de la déforestation dans les deux régions.

Les forêts jouent un rôle essentiel dans le bilan du CO₂ à l'échelle du globe car elles captent ce gaz pendant la photosynthèse et réduisent ainsi l'amplitude de l'effet de serre. A l'échelle régionale, le climat et la pluviométrie sont perturbés, impliquant la modification des bassins versants et leurs réponse hydrologique. Ainsi, certains phénomènes nouveaux observés, tels que le glissement de terrain meurtriers, inondation intensification de l'érosion des sols, sont en partie la conséquence de ces déboisement.

- **Désertification**

On estime que 40 % de population mondiale souffrent de graves pénuries d'eau propre. Les populations pauvres se trouvent impuissantes à gérer ces extrêmes variations dont les conséquences nécessitent un savoir-faire et des moyens importants. Ces populations paye un lourd tribut liés à cette mauvaise gouvernance. L'impropriété de l'eau et l'insalubrité du milieu tuent annuellement près de 13 millions de personnes dont 5 millions d'enfants

Que peut la science face au manque d'eau ?

Il existe beaucoup de solutions pour lutter contre la pénurie d'eau, à commencer par :

- Le dessalement des eaux saumâtres.
- Recharges des nappes souterraines.
- Réduire les pertes - en réparant les fuites et en remplaçant l'irrigation intensive par l'irrigation au goutte à goutte (libérer l'eau goutte à goutte plutôt qu'en jet continu)
- Collecter l'eau de pluie - recueillir les eaux de ruissellement des toits et autres surfaces planes ;
- Réserver les eaux épurées à l'usage industriel ;
- Organiser des campagnes d'éducation et d'information. Inscire le problème de l'eau sur l'agenda international des décideurs, en particulier dans les régions menacées de pénurie (y compris l'Europe). Dans les pays en développement, il faudrait associer les femmes à la gestion des ressources en eau car ce sont elles qui sont le plus étroitement impliquées dans l'utilisation de l'eau.
- Le reboisement des terres pour réduire l'effet de serre.
- Epuration des eaux urbaines et surtout industrielles pour réduire tout type de pollutions.