Chapitre I :

Généralité sur l’eau

I. Introduction :

L'eau joue, dans le développement de la vie de toutes les espèces humaine, animale ou végétale et dans l'évolution de la société, un rôle indispensable. Pendant longtemps, elle a été considérée comme une ressource naturelle gratuite et inépuisable. Cependant, bien que la quantité de l'eau existante à la surface du globe terrestre soit supérieure à un milliard de km3 couvrant 70% de la terre, 3% seulement de ce volume est une eau douce, dont une grande part se trouve piégée dans des régions inaccessibles (calottes glaciaires). De plus, l'eau douce est très male répartie sur la planète, certaines régions soufrent de déficits chroniques alors que d'autres affichent des surplus. Associée à la croissance démographique et au développement industriel, une diminution alarmante des réserves d'eau est survenue durant le dernier quart du siècle précédent.

I.1.Propriétés de l'eau

L'eau est composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. La molécule d'eau contient une distribution inégale d'électrons. L'extrémité de l'oxygène est donc chargée négativement et l'extrémité de l'hydrogène est chargée positivement. Il existe une force d'attraction entre la charge partielle négative de l'oxygène d'une molécule d'eau et la charge partielle positive de l'hydrogène d'une autre molécule d'eau. Cette force nommée le lien d'hydrogène, est illustrée (Figure I.1). [11]

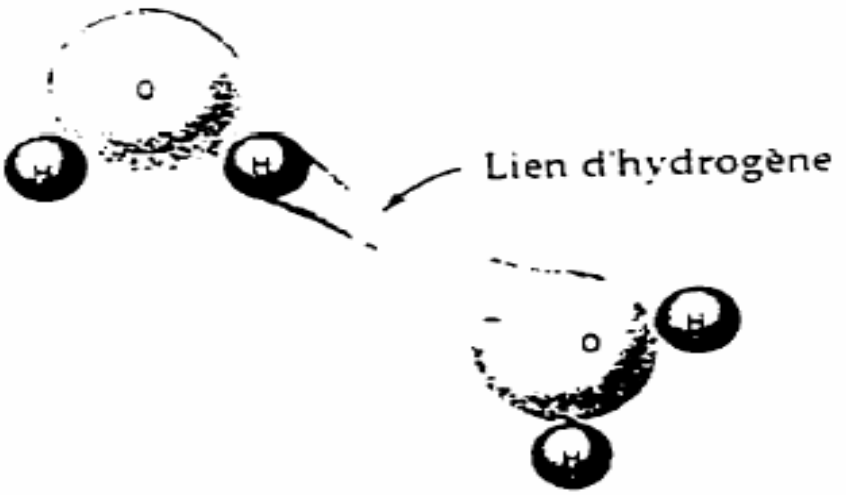


Figure I.1 : Lien entre les molécules d'eau

I.2.Ressources en eau

Pour satisfaire les besoins en eau (production d'eau pour la consommation humaine) et permettre l'usage de l'eau dans les diverses activités industrielles et agricoles, l'homme a recours à deux types de ressources naturelles en eau, à savoir: les eaux superficielles ou de surfaces (de rivières, fleuves et lacs...) et les eaux souterraines (source et nappes phréatiques).

Le lien d'hydrogène est responsable pour plusieurs caractéristiques uniques de l'eau. Ces caractéristiques et leurs importances, pour les ingénieurs environnementaux, sont :

Masse volumique : A pression atmosphérique, la masse volumique varie en fonction de la température. L'eau se dilate lorsque sa température est plus basse que 4 °C. Ce qui permet à la vie aquatique de continuer à vivre sous la surface glacée des lacs. La masse volumique est importante pour calculer l'énergie de pompage requise et pour prévoir une conception adéquate afin d'éviter le gel de la tuyauterie.

I.3.Classification des eaux naturelles

La classification des eaux naturelles diffère d'une référence à une autre. Dans cette section, nous les classifions suivant l'origine

I.3.1. Eaux de surface

Les eaux superficielles sont des ressources facilement accessibles, englobant toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface, en réserves naturelles (étangs et lacs) ou artificielles (retenues, barrages). Cette source est très caractérisée par:

- Les variations saisonnières (climatiques) de la température, de la turbidité et de la coloration. En effet, les concentrations en matières solides finement dispersées ou à l'état colloïdal peuvent être importantes suite à des pluies soudaines, des orages et des pollutions accidentelles;

- La présence fréquente de matières organiques d'origine naturelle provenant de la décomposition des organismes animaux et végétaux après leur mort;

- Le développement plus ou moins important de phytoplanctons (algues) et zooplanctons et, dans certaines conditions, d'une vie aquatique intense;

- La fragilité très vulnérable à la pollution d'origine urbaine, industrielle et agricole par les micropollutions minérales (métaux lourds) ou organiques (hydrocarbures, solvants, phénols, pesticides, herbicides). En termes bactériologiques, les eaux de surface sont contaminées plus ou moins par des bactéries et des virus.

I.3.2.Eaux souterraines

Les eaux souterraines sont des sources qui ne peuvent ni s'évaporer, ni retourner à la mer par ruissellement ; elles s'infiltrent dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent à une certaine profondeur pour constituer les nappes phréatiques. La pénétration et la rétention des eaux dans le

sol dépendent des caractéristiques des terrains, et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères.

Du point de vue hydrogéologique les couches aquifères se divisent en :

• **Nappes phréatiques ou alluviales** : Peu profondes et alimentées directement par les précipitations pluvieuses ou les écoulements d'eau en dessus.

• **Nappes captives** : Plus profondes que les premiers et séparées de la surface par une couche imperméables.

Les eaux souterraines ont généralement d'excellentes qualités physico-chimiques et bactériologiques et ont des propriétés étroitement liées à leur origine géologique, c'est-à-dire déterminées par la nature et la structure des terrains. À tout instant, l'eau est au contact du sol dans lequel elle séjourne ou circule, il s'établit un équilibre entre la composition du terrain et celle de l'eau. Ainsi, les eaux circulant dans un sous-sol sablonneux ou granitique, sont acides et peu minéralisées. Par opposition, les eaux circulant dans les sols calcaires auront une forte minéralisation avec une composition bicarbonatée calcique.

Parmi les caractéristiques générales des eaux souterraines, on peut citer une très faible turbidité, une température et une composition chimique constante et l'absence presque totale d'oxygène dissous.

Les eaux souterraines constituent souvent une source de meilleure qualité que les eaux de surface. Elles conservent une température à peu près constante toute l'année et contiennent généralement moins de contaminants que les eaux de surface. Ainsi, les eaux souterraines ne nécessitent généralement que très peu de traitement pour les rendre potables, ce qui en fait une source économique.

I.3.3.Eaux des mers et océans

Les mers et les océans constituent d'énormes réservoirs d'eau (97.4 % du volume d'eau de la planète). Ces eaux, dénommées « eaux saumâtres », sont caractérisées par une grande salinité. Leur coût de traitement est très élevé.

I.4. L'eau potable et les normes

Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé. Afin de définir précisément une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne signifie donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur.

Selon ces normes, une eau potable doit être exempte de germes pathogènes (bactéries, virus) et d'organismes parasites, car les risques sanitaires liés à cesmicro-organismes sont grands. Elle ne doit contenir certaines substances chimiques qu'en quantité limitée : il s'agit en particulier de substances qualifiées d'indésirable sou de toxiques, comme les nitrates et les phosphates, les métaux lourds, ou encore les hydrocarbures et les pesticides, pour lesquelles des " concentrations maximal es admissibles " ont été définies. À l'inverse, la présence de certaines substances peut-être jugée nécessaire comme les oligo-éléments indispensables à l'organisme.

Une eau potable doit aussi être une eau agréable à boire : elle doit être claire, avoir une bonne odeur et un bon goût. Pour avoir bon goût, il lui faut contenir un minimum de **sels** minéraux dissous (de 0,1 à 0,5 gramme par litre), lesquels sont par ailleurs indispensables à l'organisme. Enfin, elle ne doit pas corroder les canalisations afin d'arriver "propre" à la sortie des robinets.

Pour déterminer à partir de quelle concentration, certaines substances chimiques sont toxiques à court terme, ou quels sont leurs effets cumulés à long terme, deux approches scientifiques sont disponibles : l'expérimentation ou l'épidémiologie.

L'expérimentation consiste à tester ces substances sur des cellules animales ou humaines ou sur des animaux.

L'épidémiologie quant à elle consiste à suivre l'état de santé de populations exposées à certaines d'entre elles et à le comparer à des populations vivant dans des conditions semblables mais non exposées à ces mêmes substances. De telles études sont indispensables pour établir des normes. Il est cependant impossible à l'heure actuelle de quantifier les effets à long terme des substances cancérogènes, lesquels n'apparaissent parfois qu'après plusieurs dizaines d'années, et de déterminer s'il existe un seuil en dessous duquel l'ingestion d'une telle substance serait sans effet. On estime donc que ce seuil n'existe pas, c'est-à-dire que plus la quantité ingérée est faible, plus l'effet est petit. La dose limite à ne pas dépasser est alors fixée de manière à ce que son effet, estimé en terme de probabilité de risque sur une très large population, soit très faible, compte tenu de la consommation quotidienne d'eau des individus durant toute leur vie et de la plus grande vulnérabilité des enfants et des nourrissons.

Les normes ne font donc que définir, à un moment donné, un niveau de risque acceptable pour une population donnée. Elles dépendent par ailleurs étroitement des connaissances scientifiques et des techniques disponibles, notamment dans le domaine des risques sanitaires et dans celui de l'analyse chimique. Elles peuvent donc être modifiées à tout moment en fonction des progrès réalisés.

Tous les pays du monde ne suivent donc pas les mêmes normes. Certains édictent leurs propres normes. D'autres adoptent celles conseillées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). En Europe, elles sont fixées par la Commission des communautés européennes.

Aujourd'hui, 63 paramètres contrôlent la qualité de l'eau des Européens. En France, à la fin du XIXe siècle, 6 paramètres suffisaient à définir une eau potable. Les normes ont donc considérablement progressé depuis. Elles continuent d'ailleurs à évoluer dans le sens d'une toujours plus grande exigence : ainsi, outre de renforcer la sécurité sanitaire ce qui se traduit notamment par une diminution draconienne de la concentration du plomb dans l'eau, la dernière directive européenne, non encore transcrite en droit français mais qui devra l'être prochainement, exige que les nouvelles normes soient appliquées non plus seulement aux points de captage, lors de la production, et sur le réseau public de distribution d'eau, mais également aux robinets.

L'eau est aujourd'hui la denrée alimentaire la plus fortement réglementée.

I.4.1.Paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine (Norme algérienne)

Groupe de paramètres	Paramètres	Unités	Valeurs limités
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0,2
	Ammonium	mg/l	0,5
	Baryum	mg/l	0,7
	Bore	mg/l	1
	Fer total	mg/l	0,3
	Fluorures	mg/l	1,5
	Manganèse	µg/l	50
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0,2
	Oxydabilité	mg/l O2	5
	Phosphore	mg/l	5
	Acrylamide	µg/l	0,5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cuivre		2
	Cyanure	µg/l	70
	Mercure	µg/l	6
	Nickel	µg/l	70
	Plomb	µg/l	10
	Sélénium	µg/l	10
	Zinc		5
	Hydrocarbures Polycycliques aromatiques (H.P.A) totaux Fluoranthène, Benzo (3,4) fluoranthène, Benzo (11,12) fluoranthène, Benzo (3,4) pyrène, Benzo (1,12) pérylène, Indéno (1,2,3-cd) pyrène	µg/l	0,2

	Benzo (3,4) pyrène	µg/ l	0,01
	Hydrocarbures dissous ou émulsionnés extraits au CCI4	µg/ l	10
	Phénols	µg/ l	0,5
	Benzène	µg/l	10
	Toluène	µg/ l	700
	Ethylbenzène	µg/ l	300
	Xylènes	µg/ l	500
	Styrène	µg/ l	100
	Agents de surface réagissant au bleu de méthylène	Mg/l	0,2
	Epychlorehydrine	µg/L	0,4
	Microcystine LR	µg/L	0,1
	Pesticides par substance individualisée Insecticides organochlorés persistants,organophosphorés et carbamates, les herbicides, les fongicides, les P.C.B et PC.T à l'exception de aldrines et dieldrine	µg/L	0,1 0,03
	Pesticides (Totaux)	µg/L	0,5
	Bromates	µg/L	10
	Chlore	mg/L	5
	Chlorite	mg/L	0,07
	Trihalométhanes (THM) (Total) Chloroforme, Bromoforme, Dibromochlorométhane, Bromodichlorométhane	µg/L	100
	Chlorure de vinyle	µg/L	0,3
	1,2- Dichloroéthane	µg/L	30
	1,2- Dichlorobenzène	µg/L	1000
	1,4- Dichlorobenzène	µg/L	300
	Trichloroéthlène	µg/L	20
	Terrachloroéthylène	µg/L	40
	Particules alpha	Picocurie/L	15
	Particules béta	Millirems/an	4
	Tritium	Bequere/L	100
	Uranium	µg/L	15
	Dose totale indicative (DTI)	(mSv/an)	0,1
	Escherichia Coli	n/100ml	0
	Entérocoques	n/100ml	0
	Bactéries sulfitoréductices y compris les spores	n/20ml	0
Journal officiel de la république n°**18** du **23/03/2011**			

Tableau I.1: Paramètres avec valeurs limites (Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 23 mars 2011)

I.5. Paramètres physico-chimique

I.5.1.Turbidité :

La turbidité l'eau a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules organiques colloïdales, plancton, organismes microscopiques) qui donnent un aspect trouble à l'eau.

I.5.2.Température

Il est primordial de connaître la température d'une eau. En effet, elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, et la détermination du pH.

La mesure de la température est très utile pour les études limnologiques et le calcul des échanges. Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau.

I.5.3.Potentiel d'hydrogène pH

Le pH mesure la concentration des ions H^+ dans l'eau. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique. La valeur du pH altère la croissance et la reproduction des micro-organismes existants dans une eau, la plupart des bactéries peuvent croître dans une gamme de pH comprise entre 5 et 9, l'optimum est situé entre 6,5 et 8,5, des valeurs de pH inférieures à 5 ou supérieures à 8,5 affectent la croissance et survie des micro-organismes aquatiques selon l'organisation Mondiale de la Santé (OMS).

I.5.4.Matières décantables

De nombreuses particules peuvent constituer des impuretés d'une eau. Les techniques analytiques nécessaires à leurs déterminations dépendent des dimensions de ces particules. Les impuretés présentes dans l'eau ont pour origine soit des substances minérales, végétales ou animales.

Les matières décantables sont les matières de grandes tailles, entre 40 micromètres et 5 millimètre et qui se déposent sans traitement physique et chimique.

I.5.5.Conductivité

La mesure de la conductivité de l'eau nous permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium…). Elle est plus importante lorsque la température de l'eau augmente. La conductivité électrique d'une eau usée dépend essentiellement de la qualité de l'eau potable utilisée et du régime alimentaire de la population et des activités industrielles.

I.5.6.Chlorures

Les chlorures existent dans la quasi-totalité des eaux à des concentrations très variables. La présence des chlorures en concentrations élevées dans l'eau contenant du sodium donne un goût salé. Par ailleurs, les chlorures sont indispensables aux régimes alimentaires. Les effluents des

industries de conserve des viandes et certains légumes sont connus par une forte teneur en sels et particulièrement en chlorure. Dans des travaux antérieurs ont constaté que la salinité des eaux usées constitue un handicap majeur pour les eaux réutilisées en agriculture.

I.5.7.Matières organiques

La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) c'est la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement des micro-organismes, pendant 5 jours à 20 °C, on parle alors de la DBO_5. Elle est très utilisée pour le suivi des effluents urbains. Elle est exprimée en mg O_2/l.

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) c'est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant, le bichromate de potassium. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables présente dans l'échantillon. Elle est exprimée en mg O2/l. Généralement la DCO est 1,5 à 2 fois la DBO_5 pour les eaux usées urbaines et de 1 à 10 pour tout l'ensemble des eaux résiduaires industrielles. La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO5 et la DCO est donnée par l'équation suivante :

$$\mathbf{MO = (2\ DBO_5 + DCO)/3}$$

I.5.8.Matières azotées:

L'azote rencontré dans les eaux usées peut avoir un caractère organique ou minéral, il se présente sous quatre formes:

- L'azote organique se transforme en azote ammoniacal.
- L'azote ammoniacal (NH_4) traduit un processus d'ammonification de la matière organique azotée. Les ions ammoniums subissent une nitration par action des bactéries nitrifiantes.
- L'azote nitreux (NO_2^-) provient d'une oxydation incomplète de l'azote ammoniacal ou par une réduction des nitrates par dénitrification. Les nitrites sont instables et sont rapidement transformés en nitrates.
- L'azote nitrique (NO_3^-) est produit par nitrification de l'azote ammoniacal. Il joue un rôle important dans le développement des algues et participe au phénomène d'eutrophisation.

Dans les eaux usées, l'azote se trouve principalement sous forme ammoniacale. Les concentrations des formes oxydées de l'azote sont faibles.

I.5.9.Composés phosphorés

Le phosphore est l'un des composants essentiels de la matière vivante. Les composés phosphorés ont deux origines, le métabolisme humain et les détergents. Dans les eaux usées, le phosphore se trouve soit sous forme d'ions ortho phosphates isolés, soit sous forme d'ions phosphates condensés ou sous forme d'ions phosphates condensés avec des molécules organiques. Les ortho phosphates correspondent au groupement PO_4^{3-}, ces phosphates sont fixés facilement par le sol, leur présence dans les eaux souterraines est souvent liée à la nature des terrains traversés, à la décomposition de la matière organique, aux engrais phosphatés industriels

entraînés par lessivage ou par infiltration. Les poly phosphates sont utilisés comme agents de poétisation, d'émulsif cation, de dispersion, d'inhibition … et sont utilisés dans des domaines aussi divers que les industries de poudres à laver, les industries agroalimentaires, les industries pharmaceutiques comme inhibiteurs de précipitation et de corrosion.

I.6.Traitement des eaux

Le traitement de l'eau avant consommation permet de lutter contre de nombreuses maladies comme la dysenterie, la typhoïde et le choléra.

Traiter les eaux, c'est maîtriser les organismes et les substances qui y sont contenus de façon à rendre l'eau propre à l'usage que l'on a l'intention d'en faire. Selon la réglementation française, si l'eau est destinée à la consommation humaine (eau potable), elle ne doit pas contenir, au robinet du consommateur, « un nombre ou une concentration de micro-organismes, de parasites ou toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ».

Pour diminuer ou supprimer ces organismes et substances, il faut les éliminer de l'eau par séparation, les détruire ou encore les modifier. Les méthodes de séparation sont fournies par les techniques courantes du génie chimique : coagulation-floculation, décantation, flottation, filtration sur milieu granulaire ou sur membrane. Les modifications et les destructions sont obtenues par des méthodes d'attaque chimique et biologique. C'est en organisant ces procédés, aussi bien du point de vue technique que du point de vue économique, que seront conçues des lignes de traitements (ou filières de traitement) bien adaptées à chaque cas et optimisées **(**Figure I.2) **[10]**.

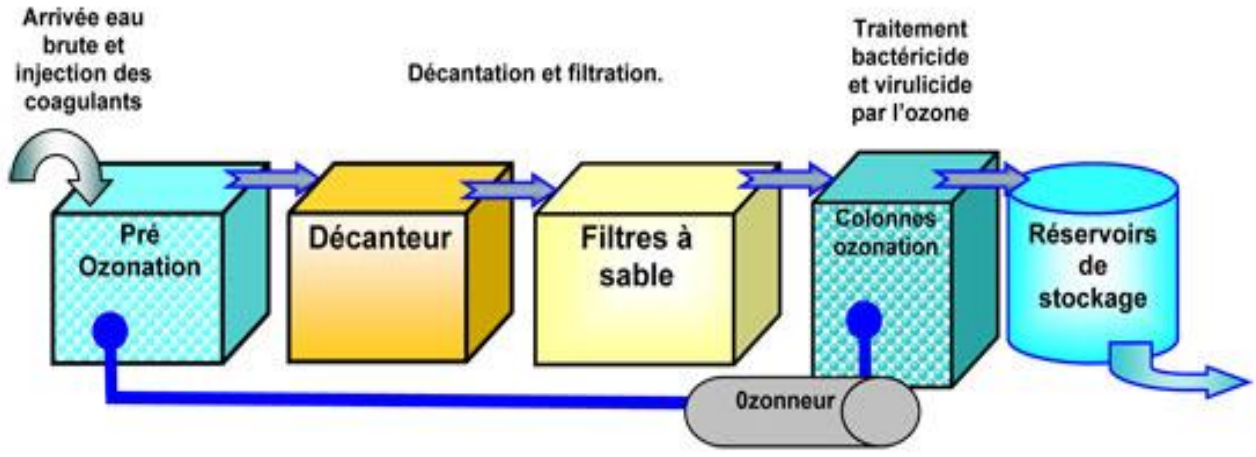


Figure I.2:Schéma de traitement des eaux potables

I.7. L'alimentation en eau potable(AEP):

L'Alimentation en Eau Potable comprend l'ensemble des opérations d'approvisionnement de la population en eau potable, depuis le prélèvement du milieu naturel jusqu'à l'usager. Elle cherche à répondre à deux objectifs:

- Production d'un eau de qualité, à partir d'un eau brute qui nécessite généralement un traitement.
- La distribution de l'eau produite, à travers un ensemble d'installations et de réseaux afin de répondre à la demande des consommateurs de manière satisfaisante.

I.8. Fonctions d'Alimentation en eau potable:

Nous distinguons plusieurs étapes dans le processus de production et de d'acheminement de l'eau. La première étape est l'étape de Captage, qui consiste à recueillir les eaux souterraines ou de surfaces de la source. Vient ensuite l'étape d'Adduction qui permet de transférer l'eau de la zone de captage jusqu'à proximité de la zone de distribution. Avant d'être distribuée l'eau doit subir des traitements ce qui permet de transformer l'eau brute en eau potable. L'eau est ensuite acheminée vers les zones de stockage afin de réguler le débit dans le réseau et prévenir une pénurie d'eau en cas de défaillance ou for demande. L'eau est distribuée à travers le réseau d'Alimentation d'Eau Potable aux usagers **[10]**.

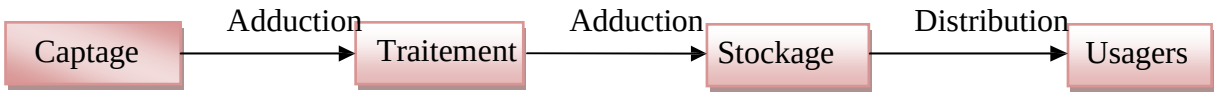


Figure I.3:Cheminement de l'eau

I.9. Conclusion

En conclusion , si tous les êtres humains n'ont pas accès à l'eau potable et que tant des personnes en souffrent et en meurent , c'est parce que tous les pays n'ont pas les mêmes infrastructures , pas le même niveau de développement, l'eau ne manque pas, simplement la faire parvenir jusqu'aux endroits demandés est très difficile dans certains pays, et dans d'autres pays comme nous l'Algérie, l'eau est très facile à avoir, notre consommation est excessive et si nous la réduisions, nous pourrions aider des milliers de personnes à vivre, à profiter également de la chance que nous avons d'avoir cette eau potable. L'eau ne suffit pas, il faut évidemment qu'elle soit potable, et comme nous l'avons expliqué, l'eau est aussi la cause de graves maladies, c'est pour cela qu'une eau avant d'être consommée doit avoir subi un traitement et respecter des normes. Sans eau, la vie n'est pas possible, c'est pour cela que c'est un besoin indispensable à l'homme.