



## Module Environnement et Ecologie

### Eau & Environnement

(Filière Génie Civil, 2<sup>ème</sup> année)

Année univ.2018-2019

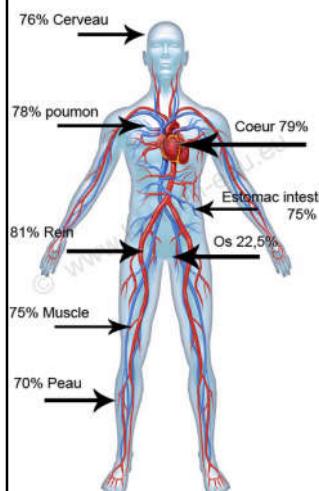
Par :

Pr. El Mansouri B.

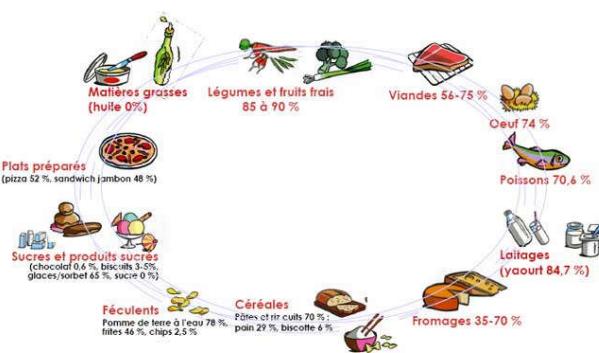
b\_elmansouri@yahoo.fr

1

#### ■ L'eau dans le corps humain



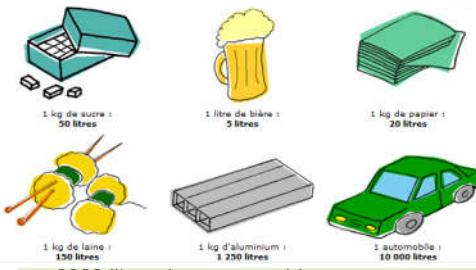
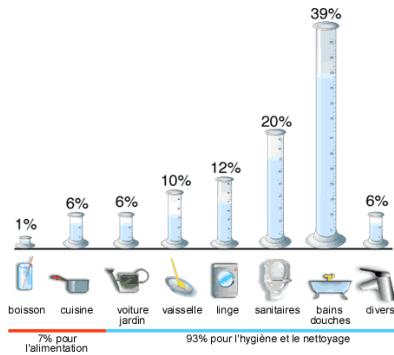
#### ■ L'eau dans les aliments



2

## Importance de l'Eau dans les activités et besoins de l'Homme

### Eau Virtuelle



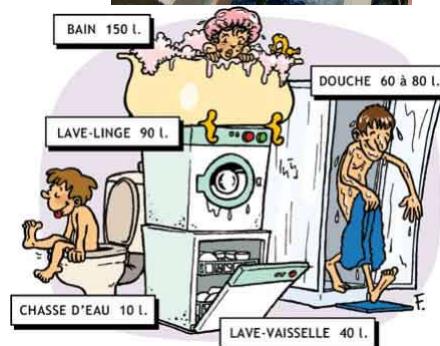
- 9982 litres d'eau pour 1 jeans
- 5 260 litres d'eau pour 1 kilo de coton
- 238 litres d'eau virtuelle /kg de maïs ensilage
- 454 litres d'eau virtuelle /kg de maïs grain
- 524 litres d'eau virtuelle pour 1 kg d'orge
- 590 litres/kg de pomme de terre
- 590 litres/kg de blé
- 590 litres/kg de soja
- 1600 litres/kg de riz pluvial
- 5000 litres/kg de riz inondé
- 5263 litres/kg de coton

## L'EAU: Rôle dans les activités majeures de l'Homme

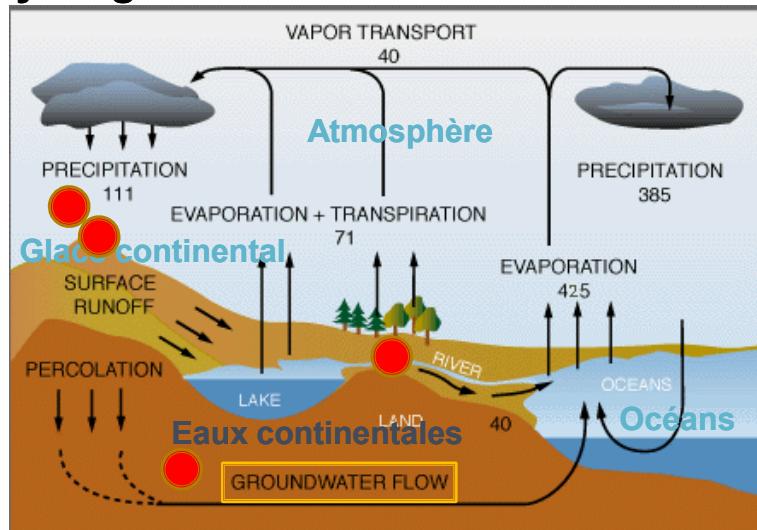
### Agriculture



### Industrie



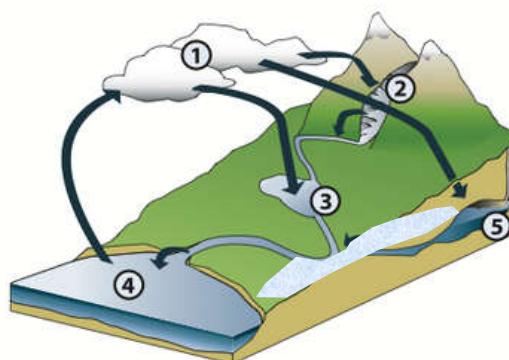
## □ Cycle global de l'Eau



- □ Composantes des Ressources en eau  
□ Interaction eaux de surfaces et eaux souterraines

5 5

## □ Origine des Ressources en eau

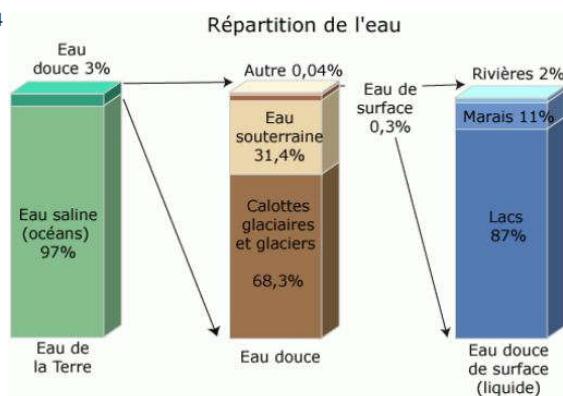


- ① Nuages      ④ Mers et océans  
② Glaciers      ⑤ Eaux souterraines  
③ Cours d'eau et lacs

6

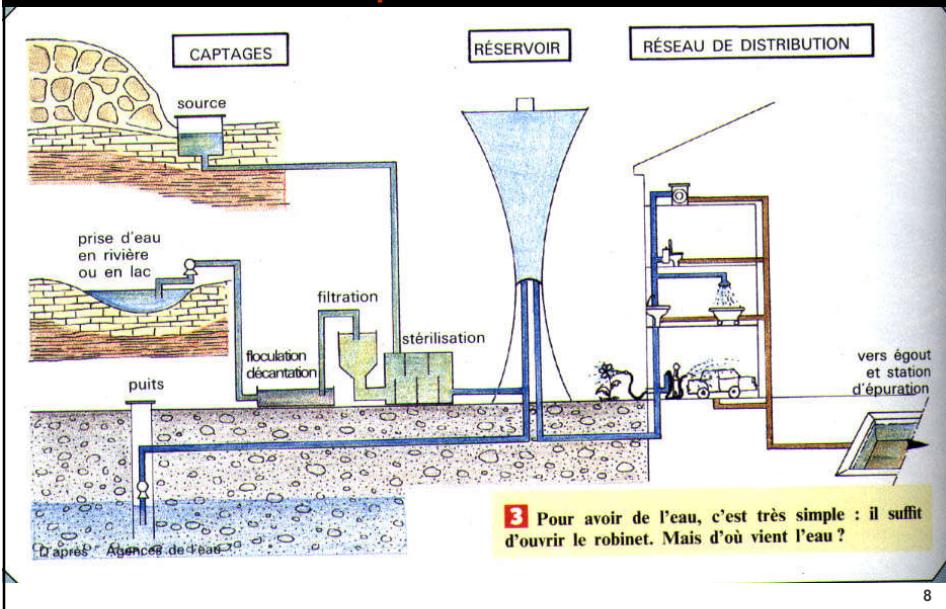
## □ Volumes d'eau contenus dans différents réservoirs

Réservoirs d'eau	Volume (10 <sup>6</sup> km <sup>3</sup> )	Pourcentage du total
Océans	1 320	97,25
Calottes glaciaires & glaciers	29	2,05
Eau souterraine (aquifères)	9,5	0,68
Lacs	0,125	0,01
Humidité des sols	0,065	0,005
Atmosphère	0,0129	0,001
Fleuves et rivières (eau bleue)	0,0017	0,0001
Biosphère (eau verte)	0,0006	0,00004

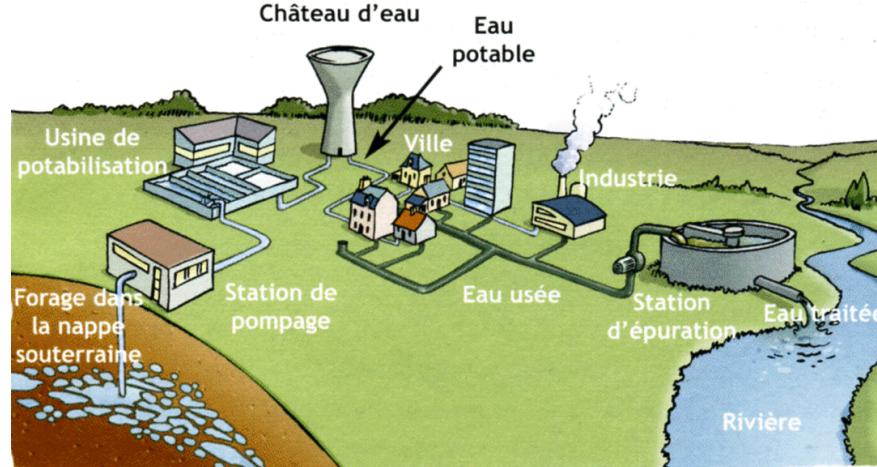


## Généralités

### □ L'EAU: Élément vital pour l'Homme

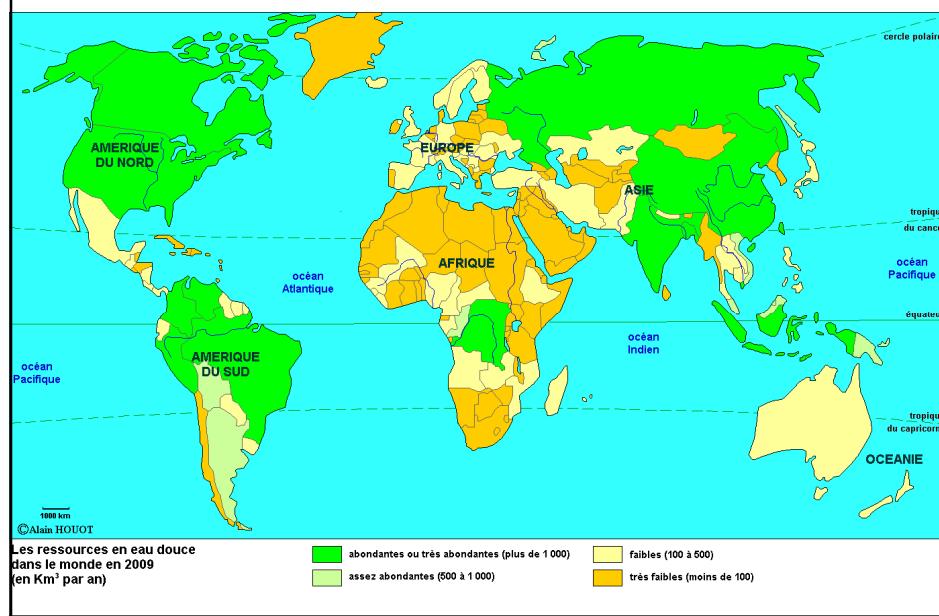


## □ Cycle d'Utilisation de l'Eau

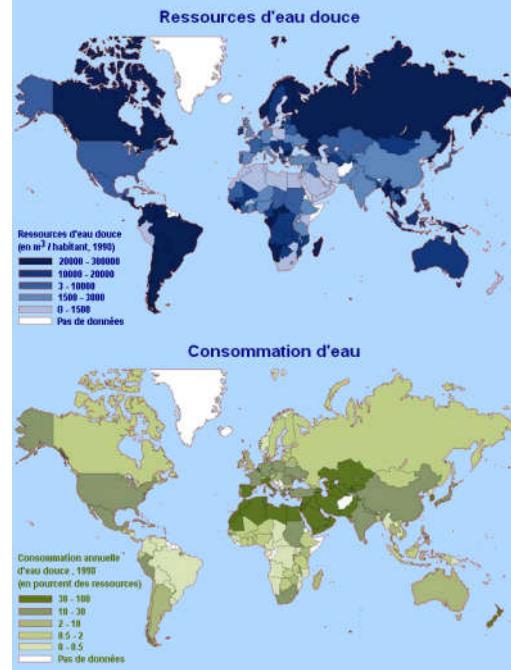


9

## □ Ressources en douce dans le monde



## ❑ Ressources en eau et consommation dans le monde

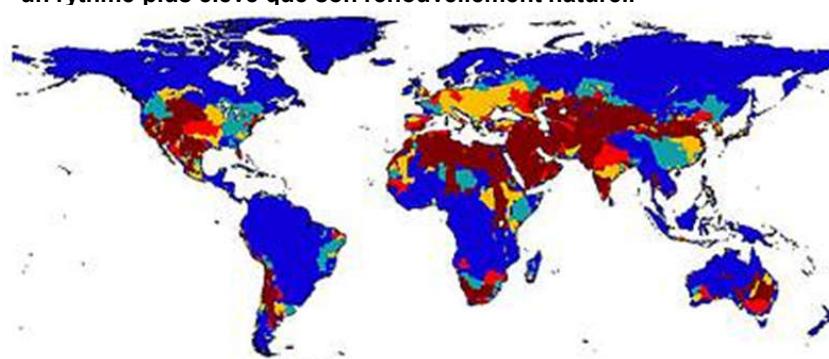


11

## ❑ Stress hydrique au niveau du Globe

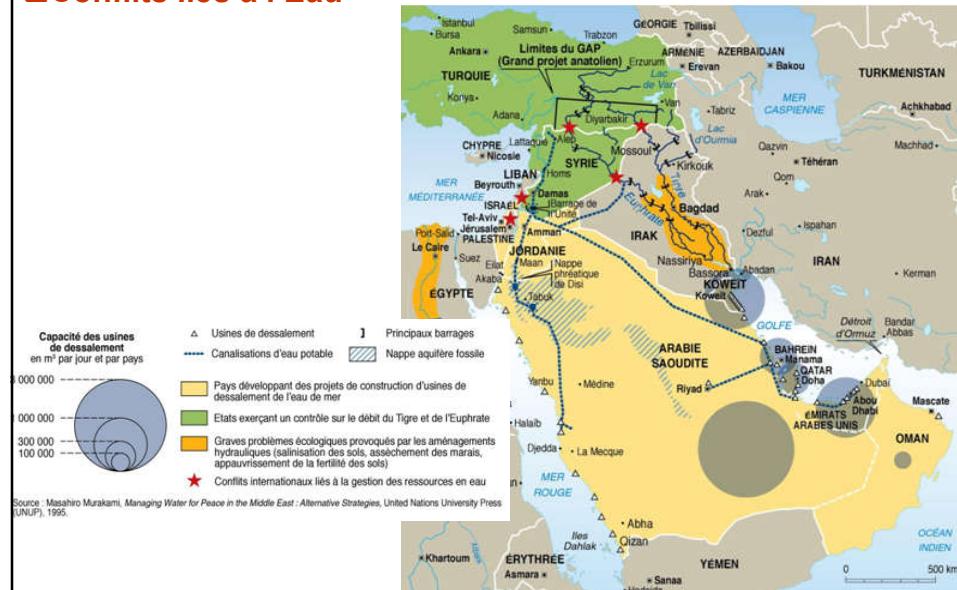
### ▪ Définition du Stress hydrique: ★

Il peut être défini comme l'utilisation de l'eau par l'activité humaine à un rythme plus élevé que son renouvellement naturel.



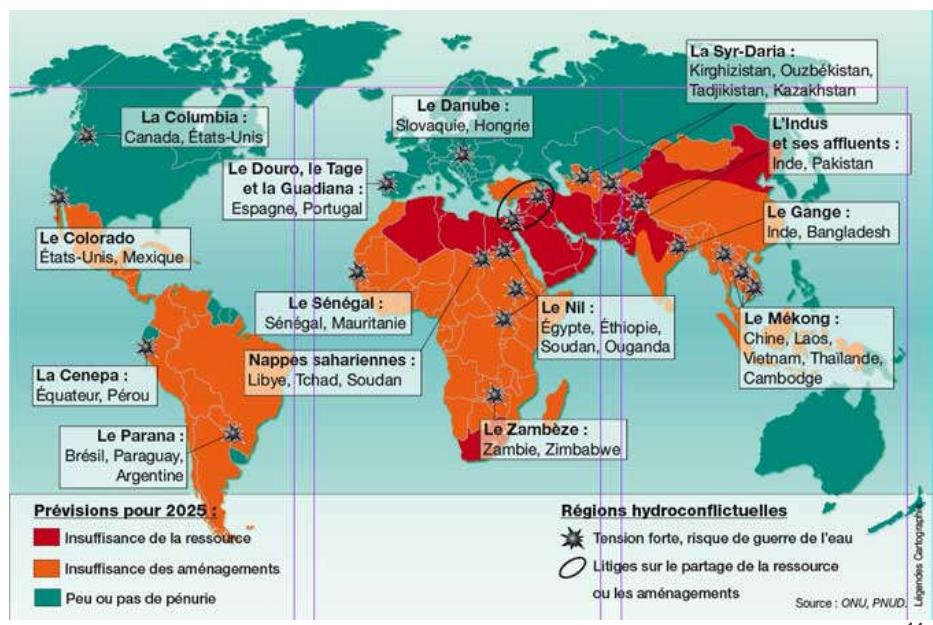
12

## □ Conflits liés à l'Eau



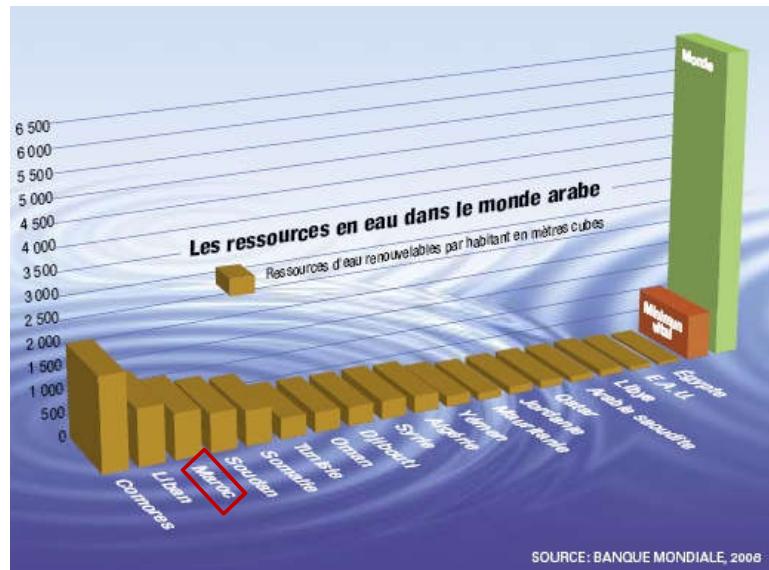
13

## □ Tensions et conflits autour de l'Eau



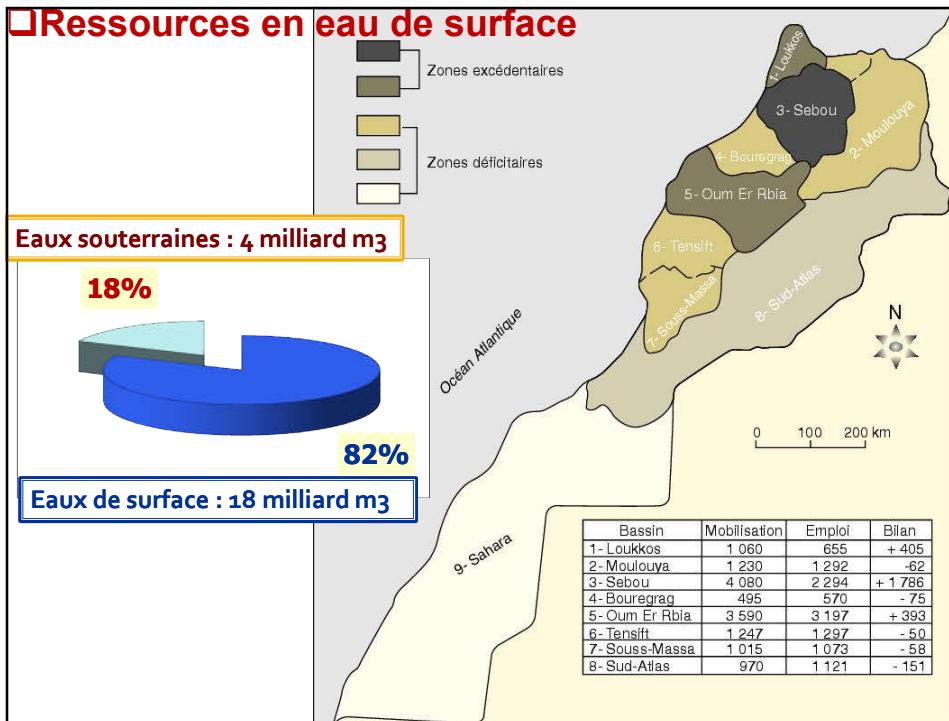
14

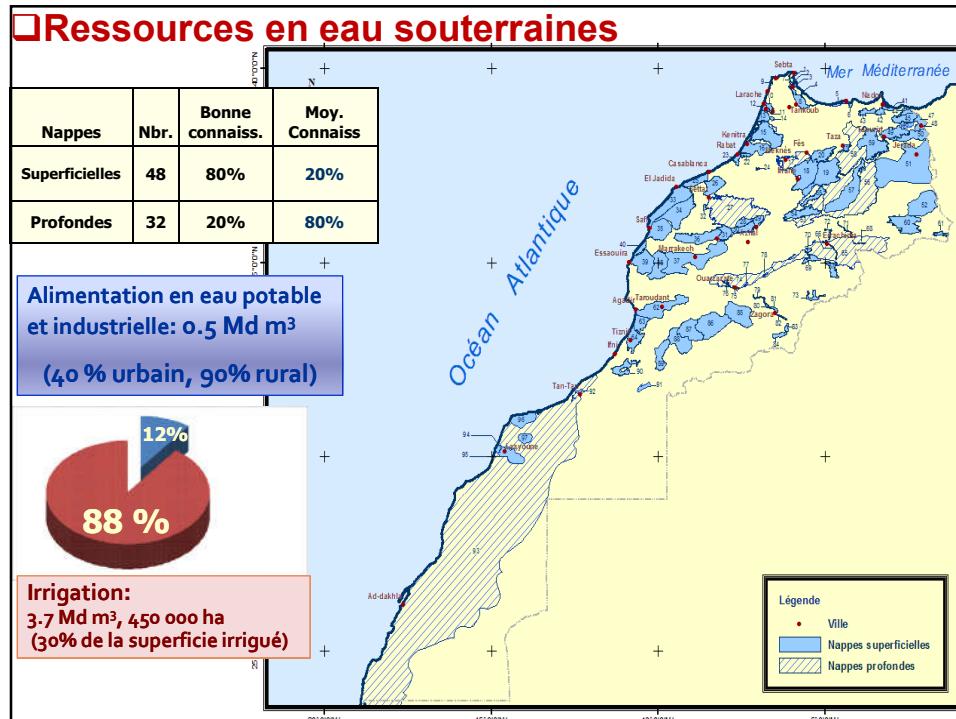
## □ Ressources en eau dans le Monde Arabe.



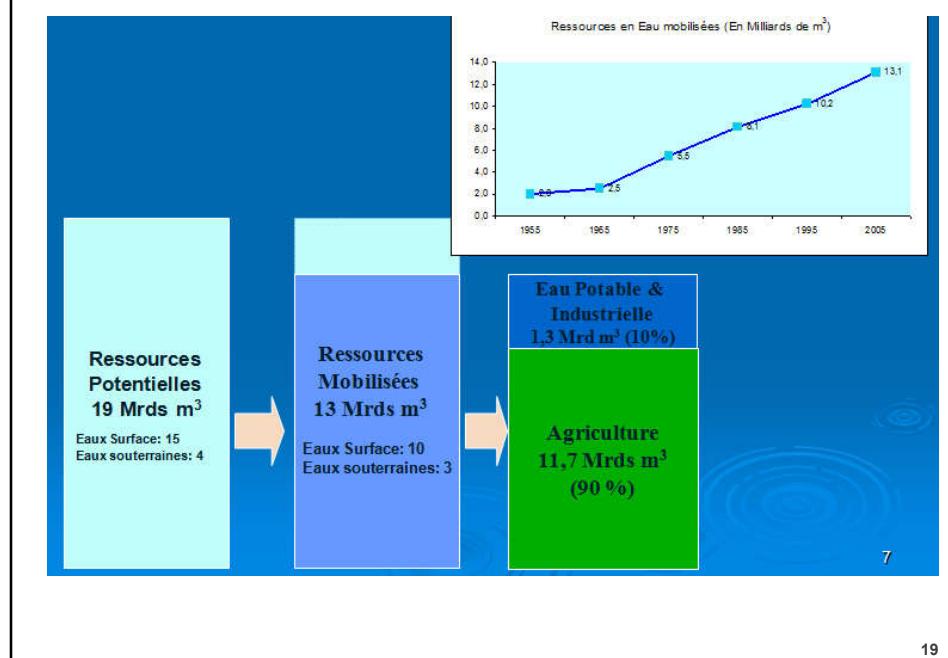
15

## □ Ressources en eau de surface





## □ Ressources eau: Potentielles, Mobilisées



19

## □ Ressources en eau: Production d'Eau potable

Désignation de l'indicateur	1965	1975	1985	1995	2000
Capacité de production en m <sup>3</sup> /s	7	11	35	45	50
Production d'eau potable en Millions de M <sup>3</sup> /an	160	350	600	740	830
Population totale desservie (En Millions d'Habitants)	2,8	7,6	11,4	15,5	20,4
- Urbaine	2,8	5,3	9,4	13,7	15,1
- Rurale	-	2,3	2,0	1,8	5,2
Taux d'alimentation en eau potable en milieu urbain (en %)	69	83	97	100	100
- Par branchement Individuel	41	57	69	81	86
- Par Bornes Fontaines	28	26	28	19	14
Taux d'Accès à l'eau potable en Milieu Rural (en %)	-	22	17	14	43

20

## □ Ressources en eau souterraines

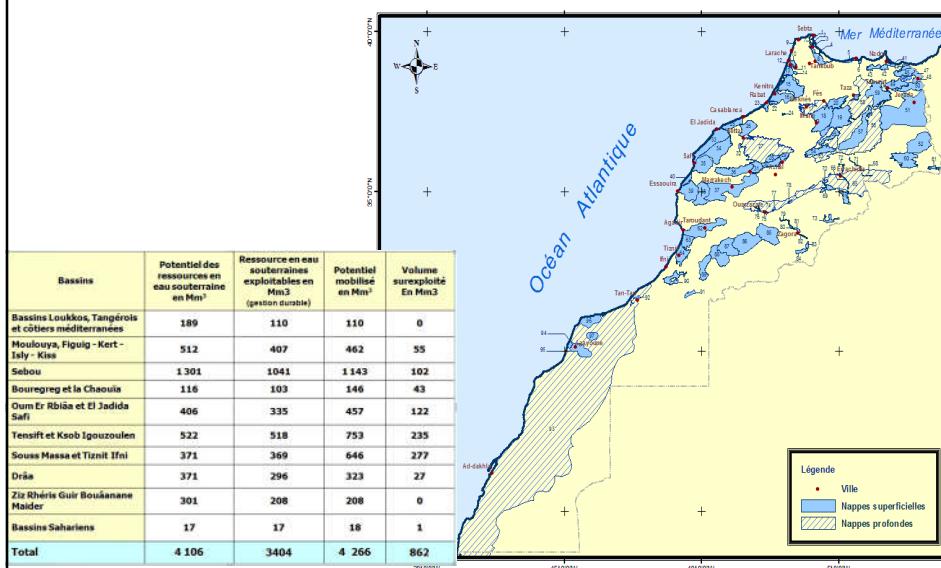
### Les indicateurs caractéristiques du secteur de l'assainissement

⇒ Taux de raccordement en milieu urbain	70 %
⇒ Total eaux usées rejetées	650 Millions de m <sup>3</sup>
⇒ Nombre de STEP fonctionnelles	15
⇒ Taux d'épuration	7 %

Intervenants	Nombre de centres urbains
⇒ Collectivités locales	247
⇒ ONEP	31
⇒ Régies et concessionnaires	33

21

## □ Ressources en eaux souterraines

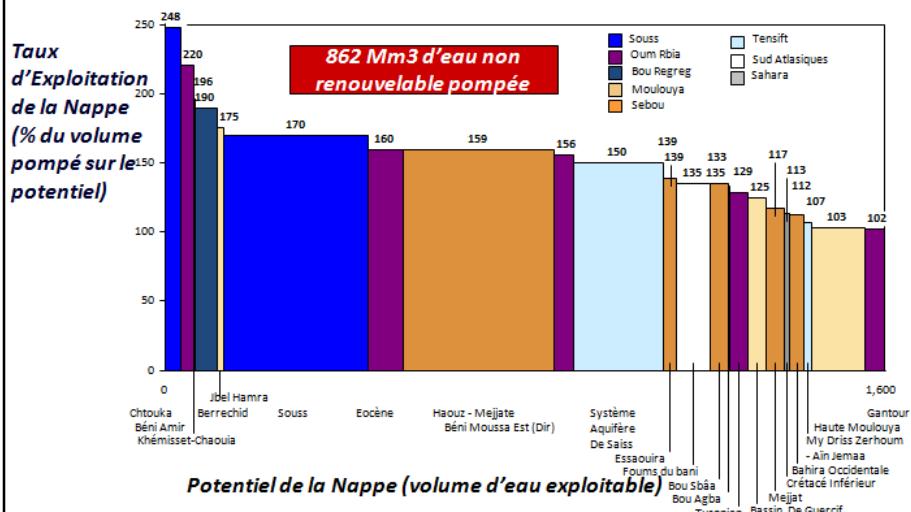


22

## □Mobilisation des RE souterraines

Bassins	Potentiel des ressources en eau souterraine en Mm <sup>3</sup>	Ressource en eau souterraine exploitables en Mm <sup>3</sup> (gestion durable)	Potentiel mobilisé en Mm <sup>3</sup>	Volume surexploité En Mm <sup>3</sup>
Bassins Loukkos, Tangérois et côtiers méditerranées	189	110	110	0
Moulouya, Figuig - Kert - Isly - Kiss	512	407	462	55
Sebou	1 301	1041	1 143	102
Bouregreg et la Chaouïa	116	103	146	43
Oum Er Rbiâa et El Jadida Safi	406	335	457	122
Tensift et Ksob Igouzoulen	522	518	753	235
Souss Massa et Tiznit Ifni	371	369	646	277
Drâa	371	296	323	27
Ziz Rhéris Guir Bouâanane Maider	301	208	208	0
Bassins Sahariens	17	17	18	1
<b>Total</b>	<b>4 106</b>	<b>3404</b>	<b>4 266</b>	<b>862</b>

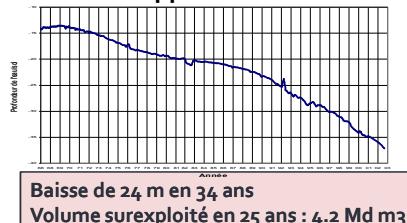
## □Surexploitation des nappes au Maroc



## □ Ressources en eaux souterraines: Contraintes

### ▪ Surexploitation & Changements climatiques (Sécheresse)

Nappe de Souss



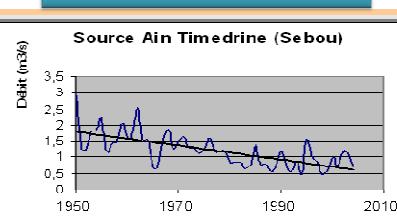
Nappe de Saiss



Nappe de Haouz



Baisse des débits des sources



Source: Administration de l'Hydraulique 25

## □ Surexploitation des nappes au Maroc

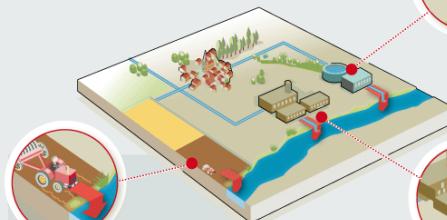
### ▪ Types et origines de Pollution des eaux souterraines



## □ Intensité des différents types de pollution

### Les trois grandes sources de pollution

XX % Chaque pourcentage indique la proportion de points de contrôle en France présentant une concentration moyenne à élevée de la substance polluante concernée



#### ► Les rejets agricoles

Nitrate (engrais)	50 %
Phosphore (fertilisant, etc.)	30 %
Pesticides	36 %

Sources : L'Environnement en France, octobre 2006, IFEN ; Les Pesticides dans les eaux, décembre 2007, IFEN

#### ► Les rejets domestiques

Phosphore (lessives, etc)	30 %
Matières organiques	40 %
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	93 %
Substances médicamenteuses et cosmétiques	nc

#### ► Les rejets industriels

Métaux (plomb, cadmium, nickel, mercure)	70 %
Pyralènes (PCB) (transformateurs)	31 %
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	93 %
Micropolluants organiques (composés bromés, dioxines, benzène...)	4 %

27

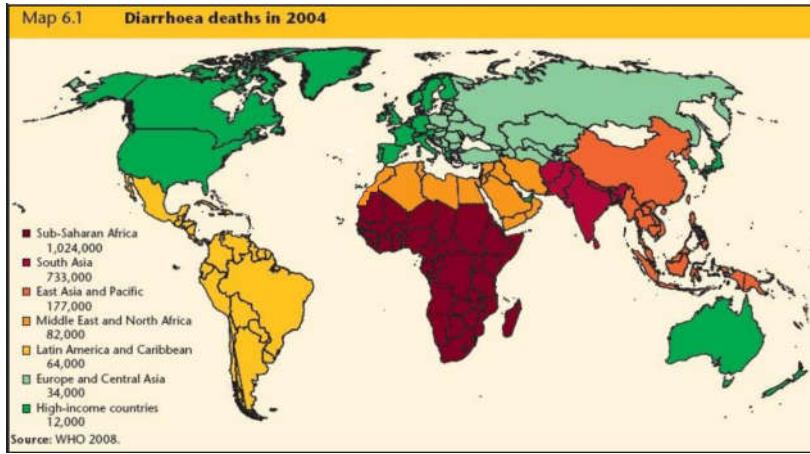
## Vulnérabilité des eaux à la pollution

□ Les eaux de surface sont directement exposées à la pollution

□ Les eaux souterraines sont généralement protégées par le phénomène de filtration à travers la zone sous saturée.

Dans un environnement de Karst, ces ressources deviennent très vulnérables à la pollution. Les eaux de surface sont directement exposées à la pollution

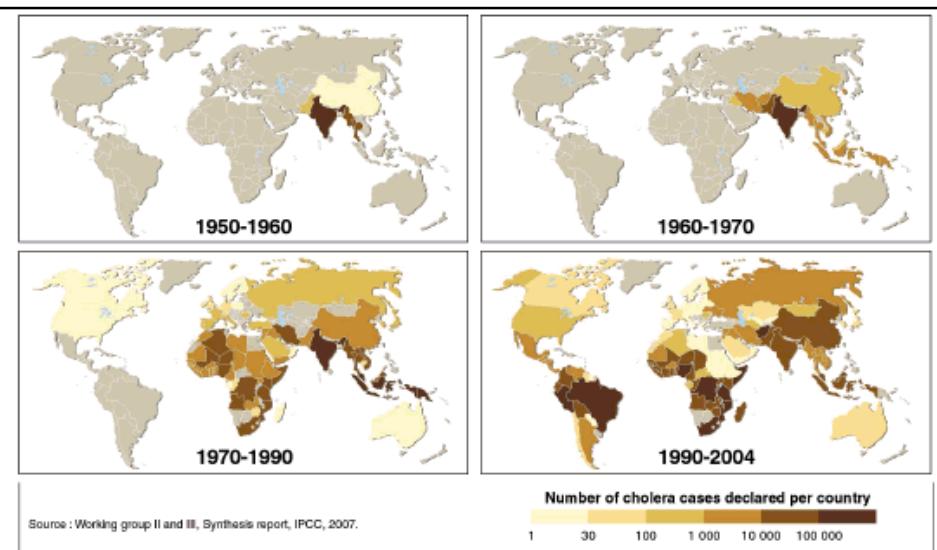
28



La diarrhée est un problème fréquent. Elle se caractérise par des selles de consistance liquide ou molle, plus volumineuses et nombreuses qu'à l'habitude (plus de 3 selles par jour).

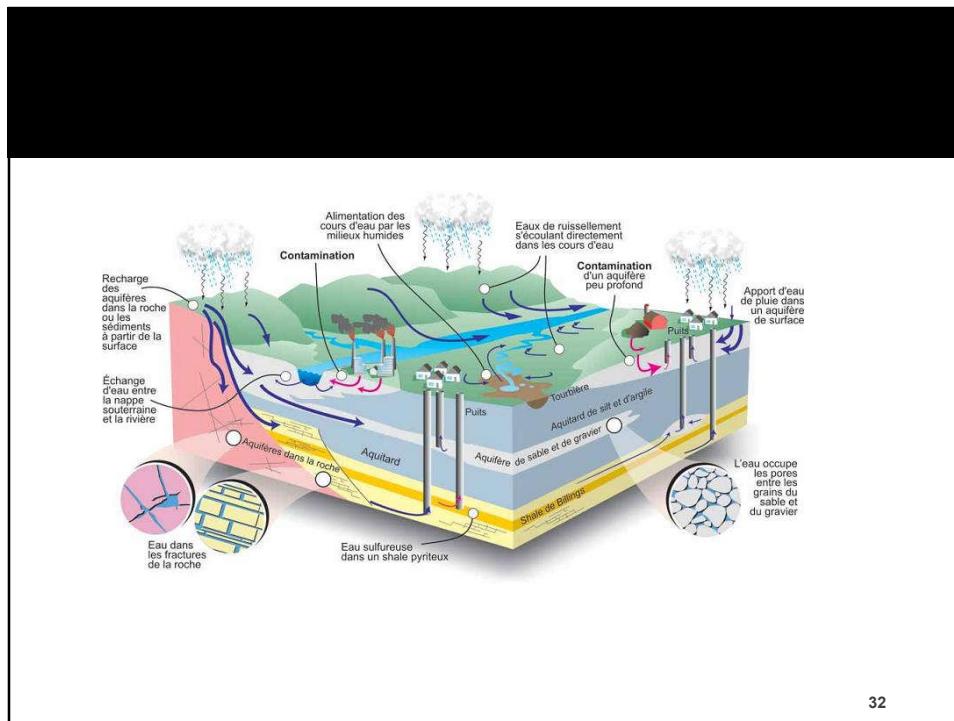
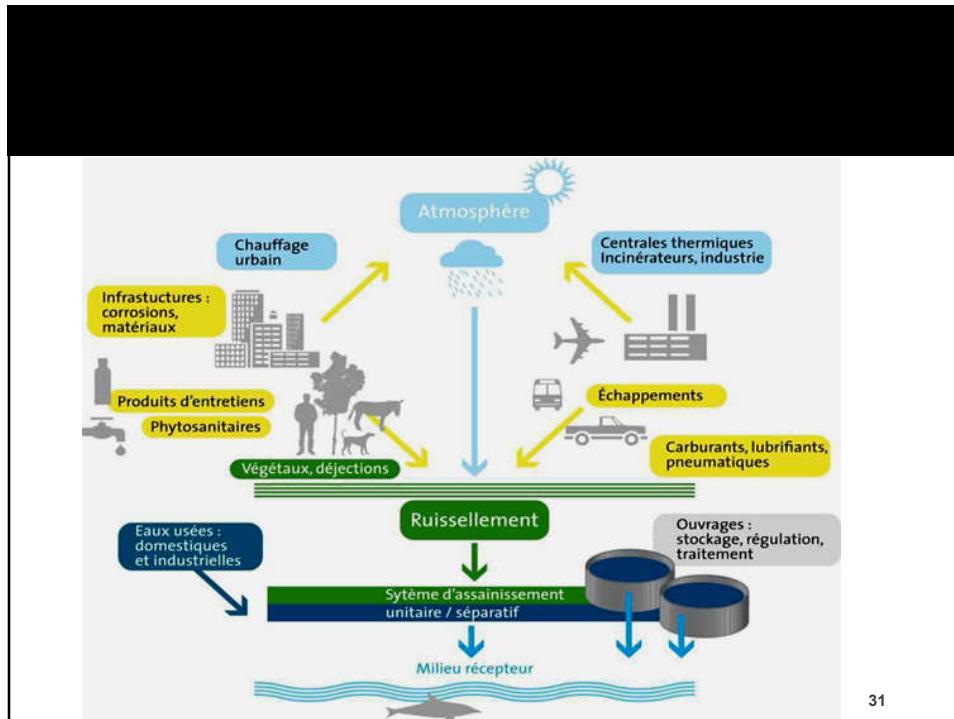
Il ne s'agit pas d'une maladie, mais d'un symptôme. Sa cause la plus fréquente est l'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés. Elle dure 1 jour ou 2, puis disparaît sans nécessiter de traitement.

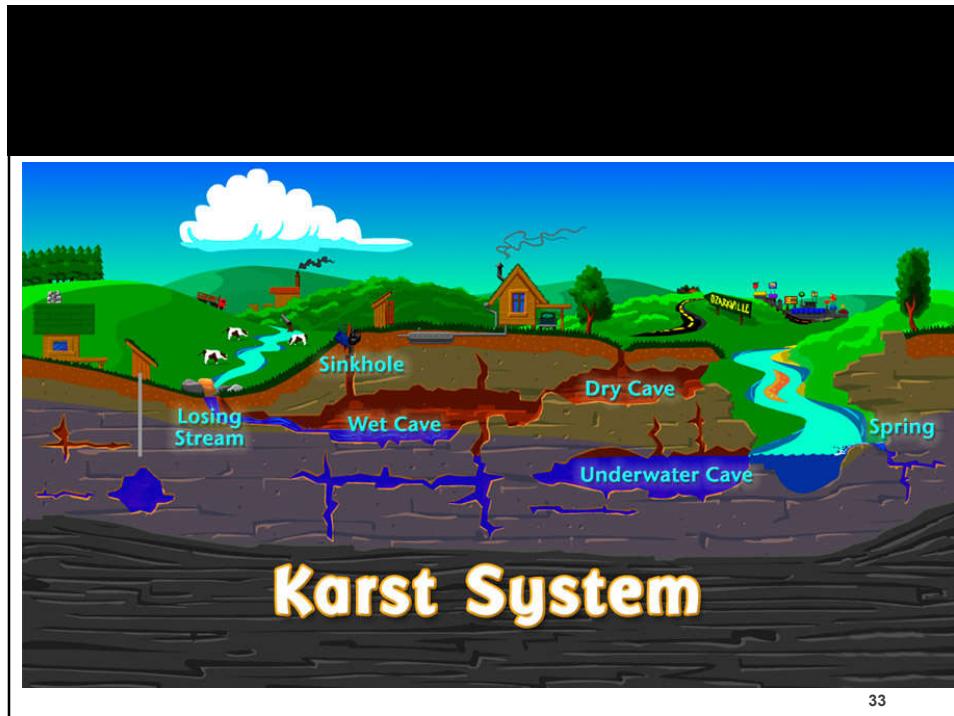
29



Le choléra est causé par une bactérie appelée *Vibrio cholerae*. Les personnes contractent le choléra en **buvant de l'eau** ou en mangeant des aliments infectés par la bactérie. Une fois avalée, elle colonise la muqueuse de l'intestin grêle et libère une toxine (poison) qui peut amener l'organisme à évacuer du liquide à l'intérieur de l'intestin grêle, ce qui provoque une diarrhée aqueuse.

30





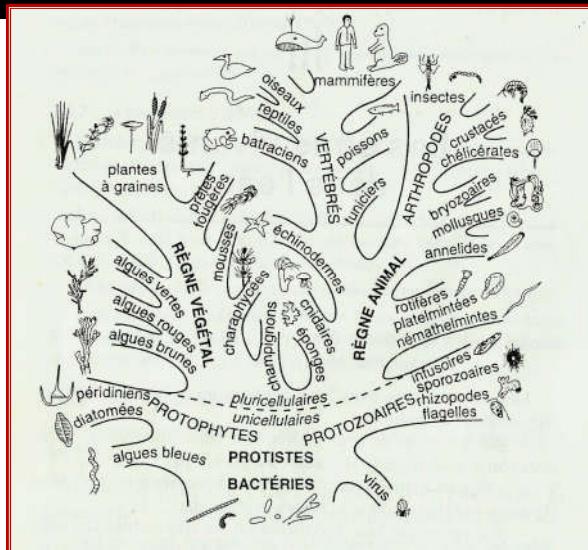
33

## Origine et Propriétés de L'eau

- L'eau est apparue avec le refroidissement de la terre
- Combinaison H et O
- Patrimoine de l'humanité menacé
- L'eau à l'origine de la vie : 70% du poids d'un être humain
- Présente des propriétés essentielles à la vie
- Eau présente dans de nombreux endroits de l'univers mais à l'état de vapeur ou de glace. Eau liquide présent que sur terre (dans 1 milliard année, flux solaire +10%, plus d'eau liquide)

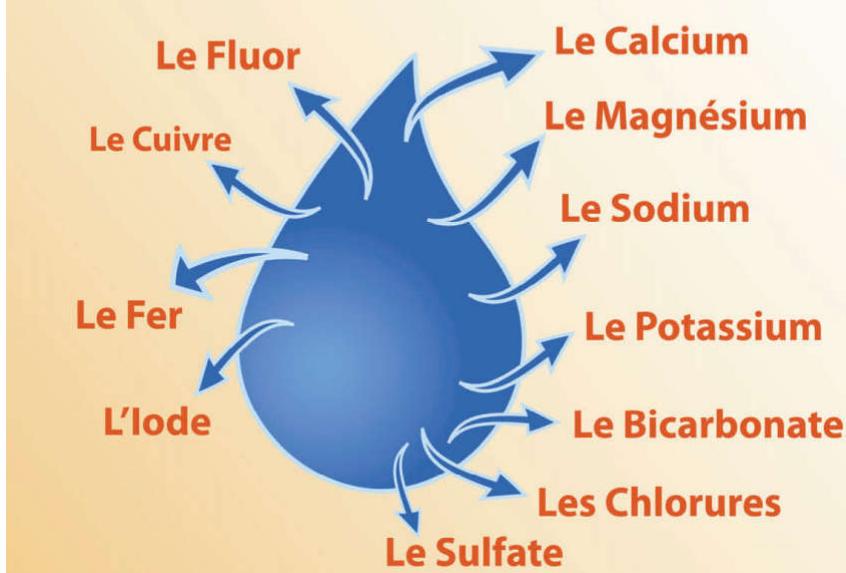
34

## L'Eau Comme Milieu écologique



Classification des êtres vivants dans l'eau <sup>35</sup>

## Les éléments contenus dans l'eau



36



**L'eau du robinet est 1 000 fois plus écologique que l'eau en bouteille.**

**Chaque litre d'eau minérale importée en Suisse équivaut à 3.1 dl de pétrole. Chaque litre d'eau potable distribué par réseau équivaut à seulement 0.003 dl de pétrole, soit environ 1000 fois moins d'énergie**

Teneur en sels minéraux (en mg/litre)

	Eau du robinet			Eaux minérales plates			
	Lac Léman	Source des Bornelis	Source de la Montagne du Château	Henniez	Aproz	Evian	Vittel
Calcium	47,1	48,1	60,7	108	449	78	202
Magnésium	6,4	6,1	6,6	20	68	24	36
Sodium	5,8	0,3	2,5	6	10,8	5	3,8
Potassium	1,5	0,2	0,5	1,1	2,2	1	2
Bicarbonates	104,3	113,5	168	316	165	357	402
Sulfates	49	49	9	13	1248	10	306
Chlorures	7,8	0,6	2	12	10,7	4,5	7,2
Nitrates	2,7	2,4	4,4	20	1,8	3,8	0,7

37

## Valeurs admissibles des éléments majeurs, en trace et microbiologiques dans l'eau

PARMETRES	VALEUR MAX ADMISSIBLE
Température	25
pH	6,5<Ph<8,5
Conductivité électrique ( $\mu\text{s/cm}$ )	2700
Turbidité(NTU)	5
TAC ( $^{\circ}\text{f}$ )	50
Oxydabilité par KMnO4 (mg/l d'O2)	5
Dureté Total ( $^{\circ}\text{f}$ )	50
Les chlorures (mg/l)	750
Sulfates (mg/l) SO4	400
Calcium (mg/l) Ca	100
Magnésium (mg/l) Mg	100
Nitrates (mg/l) NO3	50
Nitrites (mg/l) NO2	0,5
Ammonium (mg/l) NH4	0,5
Fer (mg/l) Fe	0,3
Manganèse (mg/l) Mn	0,5
Oxygène dissout (mg O2/l)	5<O2<8

- Les indicateurs microbiologique:  
**Escherichia coli, Coliformes, Legionelle, Pseudomonas.: Teneurs (ou Concentration) presque nulle**

Paramètres	Union Européenne	Etats-Unis
Paramètres physico-chimiques		
pH	de 6,5 à 9	de 6,5 à 8,5
Chlorures (Cl <sup>-</sup> ) en mg/L	max 200	max 250
Sulfates (SO4 2-) en mg/L	max 250	max 250
Magnésium (Mg 2+) en mg/L	max 50	-
Sodium (Na <sup>+</sup> ) en mg/L	max 150	-
Potassium (K <sup>+</sup> ) en mg/L	max 12	
Aluminium (Al 3+) en mg/L	max 0,2	max 0,2
Substances indésirables		
Argent (Ag <sup>+</sup> ) en $\mu\text{gr/L}$	max 10	max 100
Cuivre soluble (Cu) en mg/L	max 1	max 1,3
Fer soluble (Fe) en mg/L	max 0,2	max 0,3
Fluorures (F <sup>-</sup> ) en mg/L	max 1,5	max 4
Manganèse (Mn) en mg/L	max 0,05	max 0,05
Nitrates (NO 3-) en mg/L	max 50	max 45
Nitrites (NO 2-) en mg/L	max 0,1	max 3
Oxydabilité (O2 au KMnO4) en mg/L	max 5	-
Zinc (Zn 2+) en mg/L	max 5	max 5
Ammonium (NH4 <sup>+</sup> ) en mg/L	max 0,5	
Substances toxiques		
Chrome soluble (Cr) en $\mu\text{gr/L}$	max 50	max 100
Cyanures (Cn <sup>-</sup> ) en mg/L	max 0,05	max 0,2
Plomb (Pb) en $\mu\text{gr/L}$	max 50	max 15
Arsenic (As) en $\mu\text{gr/L}$	max 50	max 50

38

MÉTAUX	TENEUR MAXIMALE
Fe	200 µg/l
Mn	50 µg/l
Cu	1 mg/l
Zn	5 mg/l
Ag	10 µg/l
As	50 µg/l
Cd	5 µg/l
Cr total	50 µg/l
Hg	1 µg/l
Ni	50 µg/l
Pb	50 µg/l
Sb	10 µg/l
Se	10 µg/l

Tableau 9 - Valeurs limites des concentrations en métaux dans les eaux destinées à la consommation humaine (en France)

39

### Exemple de mesure de la qualité des eaux destinées à l'AEP.

Origine (eau)	Profondeur en m	Ph	Nombre de Germes/100 ml d'eau				Interprétation des Résultats
			Coliformes	Escherichia	Streptocoques	Clostridium	
P1	10 m (environ)	6	> 100	50	22	5	ENP
P2	"	5,5	> 100	22	10	3	ENP
P3	"	6	> 100	20	20	10	ENP
P4	"	6	> 100	50	50	13	ENP
P5	"	6	>100	20	10	10	ENP
P6	"	6	50	10	5	3	ENP

Légende ENP = Eau Non Potable  
EBQB = Eau de Bonne Qualité Bactériologique

Origine (eau)	Profondeur en m	Ph	Nombre de Germes/100 ml d'eau				Interprétation des Résultats
			Coliformes Totaux	Escherichia	Streptocoques	Clostridium	
P1	20 m (environ)	6	50	20	0	10	ENP
P2	"	6	16	4	15	3	ENP
P3	"	6	50	10	20	7	ENP
P4	"	5,5	2	0	0	0	ENP
P5	"	6	30	10	5	2	ENP
S6 - a	5,5	20	10	7	1	ENP	
S6 - b	5,5	1	0	0	0	0	EBQP
S7 - a	5,5	50	20	10	5	ENP	
S7 - b	5,5	2	0	0	0	0	EBQP
F8	50 m	6	0	0	0	0	EBQP

Légende Sa = eau de source prélevée dans le bassin de recueil  
ENP = Eau Non Potable  
Sb = prélèvement effectué directement à la sortie de la source  
EBQB = Eau de Bonne Qualité Bactériologique

)



## Pollution des eaux :

On appelle pollution de l'eau toute modification de la composition de l'eau ayant un caractère gênant ou nuisible pour les usages humains, la faune ou la flore.

Deux grandes formes de pollution :

les **pollutions ponctuelles**, souvent relativement immédiates, qui proviennent de sources bien identifiées (rejets domestiques ou industriels, effluents d'élevage...)

les **pollutions diffuses**, comme celles dues aux épandages de pesticides et d'engrais sur les terres agricoles.

41

## 2. Origine:

■ **Pollution d'origine naturelle: ?**

■ **Pollution d'origine anthropique:**

☞ **Les rejets urbains :**

- Les eaux ménagères (lavage corporel et de linge, lavage des locaux, eau de cuisine)
- les eaux vannes chargées de fèces et d'urines
- les eaux pluviales acides

☞ Notion d'équivalent habitant: unité théorique correspondant à la pollution produite par un individu en une journée. Actuellement 1 eqH correspond par jour à :

**150 litres d'eau + 60g de matières organiques (DBO5) + 4g de phosphore + 15 g d'azote réduit + 90g de matières en suspension**

↳ **rejets industriels :**

**plus au moins chargés en substances minérales, organiques ou toxiques dont la nature est suivant le type de l'industrie.**

↳ **rejets agricoles :**

- **engrais : riche en azote et en phosphore, responsables de la pollution diffus des eaux et constituent les nutriments de l'eutrophisation des lacs**
- **Pesticides et produits vétérinaires : hautement toxique et ayant des effets sur les écosystèmes et la santé humaine et animale.**

#### 4. Conséquences de la pollution

☞ **Sur la santé:**

- on estime que 3400 000 personne meurent chaque années de MTH dont la moitié sont des enfant de moins de 5 ans
- les intoxications:  
par les métaux lourds: Pb, Hg, As,...  
par les nitrates et autres

☞ **Sur le plan économique:**

- Augmentation du coût des traitements de potabilisation.
- l'exploitation des milieux aquatiques (pisciculture, loisir,..) seront entravées.
- Le développement industriel et agricole seront freinés.

☞ **Sur le plan écologique**

- Eutrophisation des lacs
- Destruction des forets par les pluies acides
- Perturbation de la vie piscicole et disparition de certaines espèces aquatiques végétales et animales

## II. Évaluation analytique de la pollution des eaux

### II-1- Prélèvement:

En fonction de but à atteindre , on a le choix entre :

- Le prélèvement manuel instantané,
- L'échantillonnage automatique en continu,
- Le prélèvement composite,

#### Matériels de prélèvement :

##### Pour le prélèvement manuel:

- Des bouteilles
- Des échantillonneurs à distance tel que les perches ou les tubes télescopiques

##### Pour le prélèvement automatique:

- un système mécanique.
- le pompage ou l'aspiration

### Méthode de prélèvement



- Effectuer une visite préliminaire au site.

- Pour le milieu récepteur:**

- L'échantillonnage doit être pratiqué à une distance suffisante du point du rejet.
- Tenir compte des caractéristiques de la dilution, des débits, et de la vitesse des courant.

- Pour l'eau à étudier :**

- Identification précise du point de prélèvement
- Noter les caractéristiques habituelles: aspect, couleur, odeur, etc.
- Prélever des échantillon à différentes heures afin d'avoir un prélèvement de composition moyenne,
- Effectuer les prélèvements dans des flacons propres en polyéthylène ou en verre borosilicaté rincés au moment du prélèvement avec de l'eau à étudiée.
- Mesurer sur le terrain : température, pH, OD ainsi que les dilutions pour la DBO5

## Transport et conservation

**Les échantillon soigneusement étiquetés et conservés à + 4° C seront transportés jusqu' au laboratoire dans un laps de temps ne dépassant pas 24h.**



## Examens préliminaires

### Détermination de la matière en suspension (MES)

#### ■ Méthode par filtration sur fibre de verre

Principe:

L'eau est filtrée et le poids de matières retenues par litre est déterminé par pesée différentielle.

#### ■ Méthode par centrifugation

Principe:

L'eau est centrifugée à 4500 tr/min pendant 15 min. le culot est recueilli, séché à 105 °c et pesé.

Expression des résultats :

$$\text{MES} = \frac{M_2 - M_1}{V} \times 1000$$



## Interprétation

\*La présence de la MES :

- Donne un aspect trouble et sale aux eaux
- Diminution de la photosynthèse et d'aération d'eau
- Provoque le colmatage des bronchies de poissons

## III- Analyse physico- chimique

### III-1- analyse physique :

#### ■ Conductivité:

- Mesurer par la méthode de dilution
- Elle ne donnera pas forcément une idée sur la charge du milieu car les matières organiques et colloïdales n'ont que peu de conductivité.

#### ■ Température :

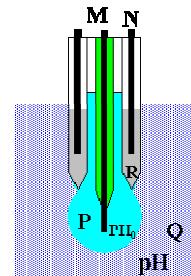
- contrôler la validité des mesures d'oxygène dissous car cette dernière est fonction de la température et de la pression atmosphérique.
- évaluer certains aspects des cycles biologiques ou comportementaux
- La mesure est effectuée *in situ* accompagnée avec celle de l'air à l'aide d'un thermomètre au dixième de degré.

## Turbidité:

- La mesure est effectuée au moyen d'un spectrophotomètre à 720 nm.
- Les résultats sont exprimés en unités d'absorbance.
- Pour des mesures sur terrain, on peut utiliser la méthode de Secchi.

## pH:

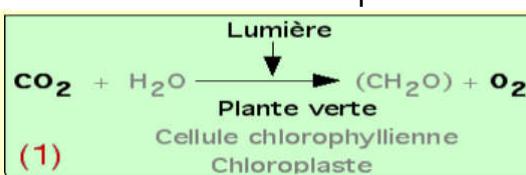
- La mesure est in situ, par la méthode potentiométrique



## III- Analyse chimique de la pollution Détermination de l'oxygène dissous (OD)

### Origine :

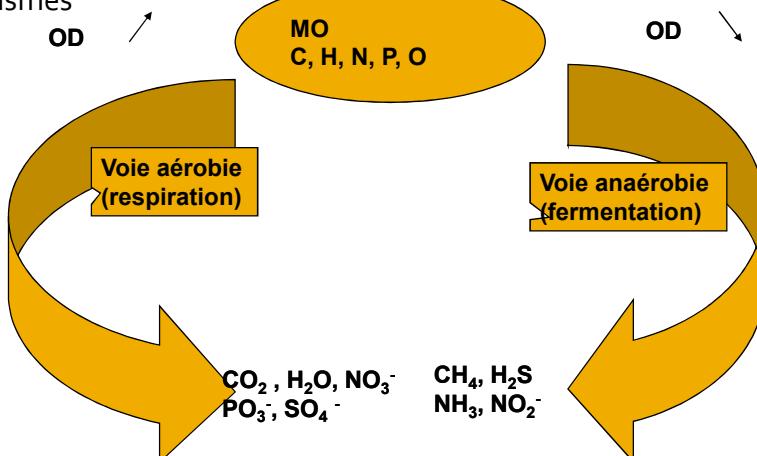
- De la dissolution de l'oxygène de l'air par diffusion à travers la surface.
- De l'apport d'un affluent plus oxygéné.
- De la photosynthèse des plantes aquatiques ,
- Sa solubilité est influencée par la température, la pression et de la salinité.
- L'OD joue un rôle primordiale dans l'autoépuration



## Autoépuration

### Définition :

Phénomène naturel, spontané, grâce auquel une eau élimine une certaine charge de pollution organique sous l'action de micro-organismes

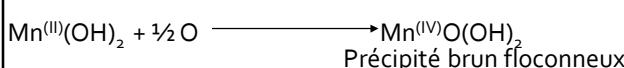


## Méthode de dosage

### Méthode de Winkler:

#### Principe:

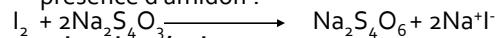
1) Oxydation de l'hydroxyde manganéux, en milieu basique par l'oxygène dissous :  
 $\text{Mn}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Mn}^{(II)}(\text{OH})_2$   
 Précipité blanc floconneux



2) Réduction de l'hydroxyde de Mn formé par l'iodure de potassium en milieu acide et libération d'iode :



3) Dosage de l'iode libéré par le thiosulfate de sodium, de normalité connue, en présence d'amidon :



#### Expression des résultats:

$$\text{OD} = \frac{8000 \times X \times T \times V_1}{V(V_1 - 2)}$$

## Demande biochimique en oxygène (DBO et DBO5)

### Définition :

- ☞ La DBO est la quantité de l'oxygène nécessaire au micro-organisme aérobies de l'eau pour l'oxydation de la matière organique.
- ☞ La DBO5 est la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai :
  - ✓ incubation durant 5 jours.
  - ✓ à 20°C.
  - ✓ à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite).

### Intérêt de la DBO5

- ↳ Quantifier la charge polluante organique d'une eau,
- ↳ Évaluer l'impact d'un rejet sur le milieu naturelle,
- ↳ Évaluer l'intensité du traitement nécessaire à l'épuration d'un rejet.

### Méthode par dilution:

Deux prélèvements sont nécessaires :

- ↳ Le premier sert à la mesure de la concentration initiale en oxygène.
- ↳ Le second à la mesure de la concentration résiduaire en oxygène au bout de 5 jours.

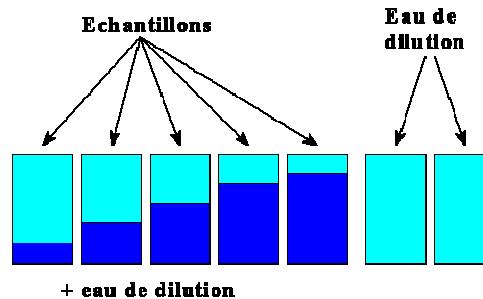
La DBO5 est la différence entre ces deux concentrations.

L'échantillon doit être dilué dans une quantité d'eau dite de dilution telle qu'à l'issue de la mesure, le taux d'oxygène résiduel reste supérieur à 50 % du taux initiale. Le choix du facteur de dilution dépendra de la charge de l'eau à analyser.

### Traitements préliminaires :

- Neutralisation de l'échantillon (pH 6 à 8)
- Élimination du chlore libre et/ou combiné par le sulfite de sodium.

### Préparation de dilution



### Interprétation des résultats :

$$\text{DBO}_5 = F \cdot (T_0 - T_5) - (F-1) \cdot (D_0 - D_5)$$

F= facteur de dilution

T0 et T5 concentrations en O<sub>2</sub> (mg/l) de la dilution à 0 à 5 jours

D0 et D5 concentrations en O<sub>2</sub> (mg/l) de l'eau de dilution à 0 à 5 jours

## Interprétation:

**DCO/DBO<sub>5</sub> donne une première estimation de la biodégradabilité de la matière organique d'un effluent donné :**

- **DCO/DBO<sub>5</sub> < 2 : l'effluent est facilement biodégradable;**
- **2 < DCO/DBO<sub>5</sub> < 3 : l'effluent est biodégradable avec des souches sélectionnées;**
- **DCO/DBO<sub>5</sub> > 3 - l'effluent n'est pas biodégradable.**

## Demande chimique en oxygène (DCO)

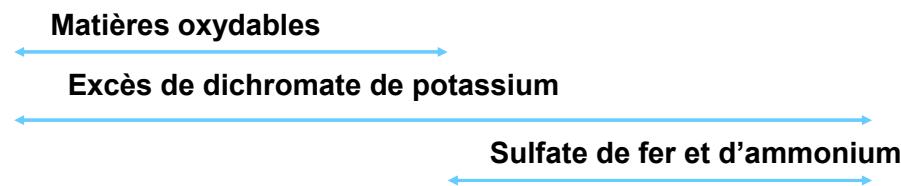
existant dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies.

Ce test est utile en particulier pour l'appréciation du fonctionnement des stations d'épuration.

Méthode de dosage :

### Méthode à la dichromate de potassium :

Principe :



### Expression des résultats :

$$\text{DCO} = 8000 (V_0 - V_1) T / V$$

$V_0$  : volume de sulfate de fer d'ammonium nécessaire au dosage (ml)

$V_1$  : volume de sulfate de fer d'ammonium nécessaire à l'essai à blanc

T : titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium

V : volume de la prise d'essai

### Méthode colorimétrique

Principe :

Évaluer la quantité d'oxygène (en mg/l), utilisée par les réactions d'oxydation, à partir de la mesure du résidu de réactifs au bout de 2h. L'oxydation s'effectue à chaud, en milieu acide, en présence d'un excès d'oxydant.



## Détermination du Carbone Organique Totale (COT)

### Définition :

C'est la quantité du carbone contenue dans les matières organiques dissoutes ou en suspension dans l'eau.

- ✓ Elle permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène lié aux rejets et d'établir une corrélation avec la DBO et la DCO.
- ✓ Le dosage du COT ne donne qu'une indication sur les composés fixes ou volatiles, naturels ou de synthèses présent dans l'eau.

## Méthodes de dosage

### Méthode par analyseur infrarouge

#### Principe:

Par oxydation catalytique à 950°C, les éléments donnent de l'anhydride carbonique qui est dosé dans un analyseur à infrarouge, le carbone d'origine minérale est préalablement éliminé par dégazage en milieu acide ou dosé séparément.

#### Expression des résultats:

En mg de carbone par litre d'eau ou équivalents oxygène obtenus en multipliant la concentration en carbone par 2.66

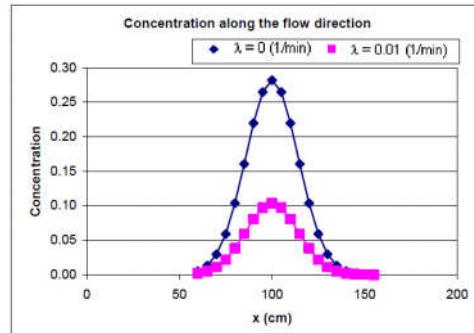
## Conclusion

- ✚ la prévention des pollutions par la fertilisation agricole raisonnée, par la limitation des effluents industriels et des rejets des déchets toxiques des ménages
- ✚ la limitation des gaspillages avec la réduction des fuites, grandes consommatrices d'eau.
- ✚ le contrôle des eaux pluviales de ruissellement en zone urbanisée.
- ✚ la diversification des techniques d'assainissement : lagunage, assainissement autonome ; techniques membranaires;
- ✚ l'amélioration des techniques d'irrigation ;
- ✚ l'application du principe pollueur payeur à l'ensemble des utilisateurs ;
- ✚ l'association des différentes catégories de consommateurs à la démarche globale de la collectivité pour réduire les pollutions, les consommations et les coûts engendrés.

## Méthodes de calcul de l'évolution de la pollution dans le temps et l'espace

## Méthodes de calcul de l'évolution de la pollution dans le temps et l'espace

$$C(x,t) = \frac{M}{\sqrt{4\pi D_x t}} e^{-\frac{(x-v_x t)^2}{4D_x t} - \lambda t}$$

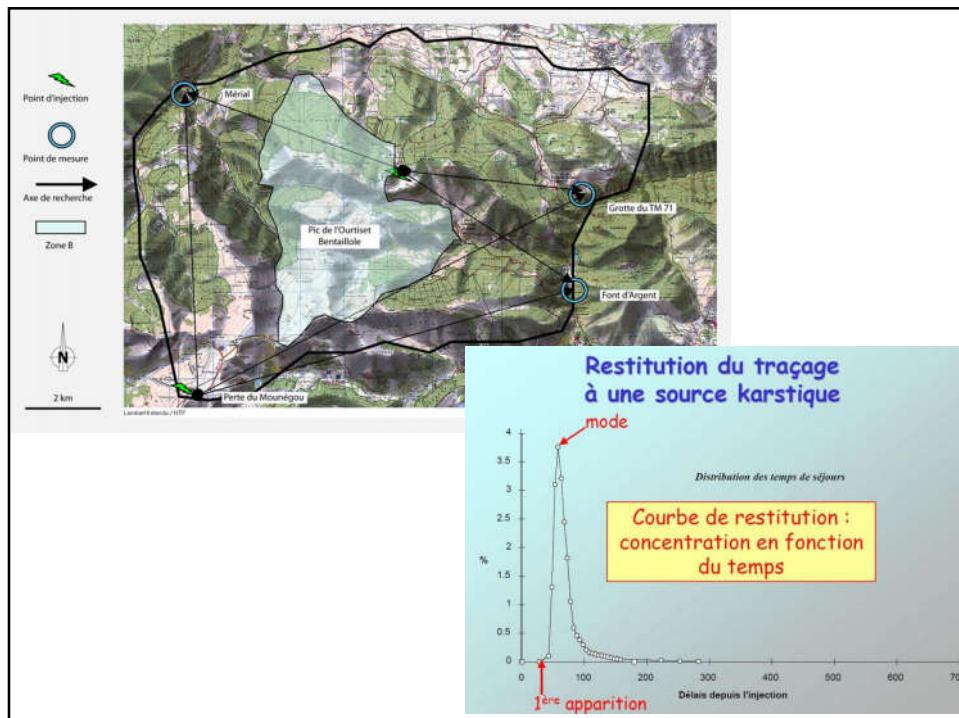


65

## Méthode de Tracage



66



## Protection des Ressources en eau

- Outils réglementaires**

- Outils techniques**

- ❖ Dimensionnement des périmètres de protection
- ❖ Traitement des effluents avant les rejets dans le milieu naturel
- ❖ Rationalisation de l'utilisation des pesticides et des engrains dans l'agriculture

## Equation de Transport en milieu poreux saturé

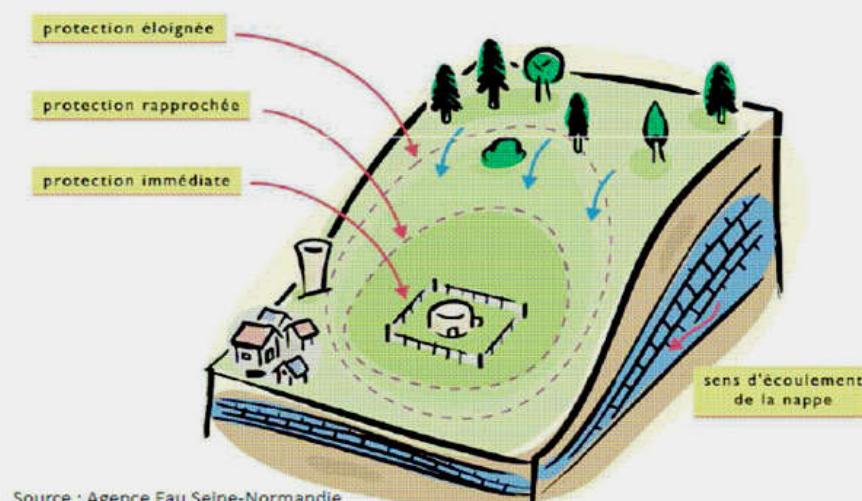
$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - v \frac{\partial C}{\partial t}$$

where

$$v = \frac{q}{n}; n = \text{porosity}; q = \text{specific discharge}$$

69

## Périmètres de Protection des captages



Source : Agence Eau Seine-Normandie

70

## Equation de Transport en milieu poreux saturé

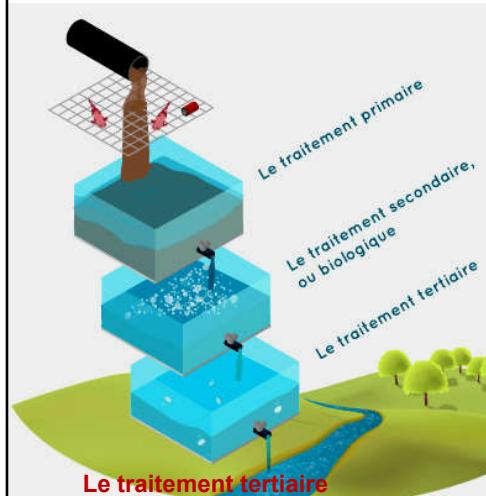
$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - v \frac{\partial C}{\partial t}$$

where

$$v = \frac{q}{n}; n = \text{porosity}; q = \text{specific discharge}$$

71

## Traitement des eaux



### Le traitement primaire de l'eau:

Il fonctionne sur le principe de la décantation, aidée par l'ajout de substances coagulantes et floculantes. Les impuretés s'agglomèrent et sont retirées à hauteur de 90 %.

### Le traitement secondaire, ou biologique

Cette fois-ci, on met l'eau usée au contact d'un écosystème bactérien spécifiquement choisi. Les bactéries introduites dans l'eau vont l'épurer tout en consommant l'oxygène contenu dans l'eau. Pour éviter que la mort des bactéries, de l'oxygène est introduit dans l'eau sous forme de micro-bulles.

### Le traitement tertiaire

Enfin, il faut éliminer l'azote et le phosphore de l'eau. Ces deux substances favorisent en effet la prolifération des algues. Le traitement est chimique, et les composés indésirables s'échappent sous forme gazeuse à l'issue du processus. Le traitement tertiaire n'est pas systématique.

72

## Appareillage de mesure des éléments chimiques et biologique de la pollution

73

### Méthodes instrumentales :

- ↳ Système de Warburg : enregistre une dépression d'oxygène.
- ↳ Système respirométrique de Sierp : enregistre la quantité d'oxygène consommée.



**Multiparamètres**

**La gamme des instruments combinés HANNA Instruments remplace de manière économique et pratique l'utilisation de deux, voire trois instruments par un seul, pour la mesure du pH, de la conductivité ou TDS, de la température et du REDOX. Leur principaux atouts sont, un boîtier étanche, la présence d'un microprocesseur offrant un étalonnage automatique, la surveillance de l'usure des piles, des facteurs de conversions programmables. La mesure est effectuée à l'aide de sondes robustes.**

75

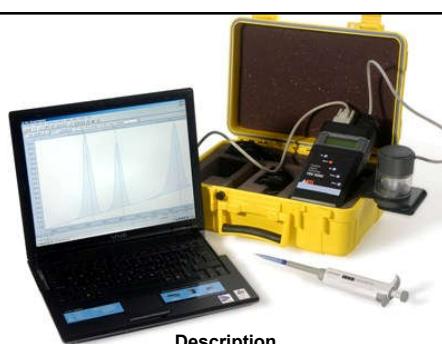
**L'Azote**

UDK 149 Automatic Kjeldahl Distillation Unit: Unité de distillation Kjeldahl totalement automatique, avec connexion titreur externe, destiné pour

vos analyses concernant les différentes applications telles que la détermination de l'azote ammoniacal, la détermination des protéines, la teneur

en azote (Kjeldahl ou distillation alcaline directe), de l'azote nitrique (après réduction / Devarda), des phénols, des acides volatils, cyanures et

l'alcool



### Métaux lourds

#### Description

Le PDV6000 est le premier analyseur portatif de métaux lourds du monde qui peut, en moins de 30 secondes, identifier et mesurer les métaux lourd présents dans des échantillons d'eau et de sol avec des limites de détection très basses (ppb).

Le PDV6000 est plus sensible que les instruments de laboratoire qui coûtent cinq ou dix fois son prix. Le système, opère avec une batterie rechargeable, pèse moins que 5Kg et est fourni avec une valise de transport étanche 30 x 23 x 15cm.

Le PDV6000 emploie la voltamétrie comme technique d'analyse qui ne nécessite pas de sources de rayonnement, de gaz inflammables chers ou de lampes fragiles pour fonctionner.

Utilisation de réactifs et de kits d'extraction très faciles à utiliser. L'analyse en temps réel des échantillons de sol ou d'eaux souterraines est possible par n'importe quel technicien sur site. En outre, le PDV6000 peut être employé pour analyser les échantillons d'eau de mer, car le sel n'a aucun effet sur l'analyse,<sup>77</sup> et alimentaires après exécution d'un procédé très court et simple d'extraction.