



SEMINAIRE INTERNATIONAL

# ORIGINE ET QUALITÉ DES EAUX

Université Notre Dame  
FACULTE D'AGRONOMIE  
Les Cayes - Haïti



Mercredi 09 | Décembre 2009  
Jeudi 10

Alberto González Moreno  
Canal Voluntarios



Canal de  
Isabel II

# Índice

## **1. INTRODUCTION**

- 1.1. Introduction
- 1.2. Cycle de l'eau

## **2. ORIGINE ET SOURCES**

- 2.1. Eaux superficielles
- 2.2. Eaux souterraines
- 2.3. Composition naturelle des eaux

## **3. QUALITÉ DES EAUX**

- 3.1. Utilisation de l'eau
- 3.2. Paramètres physico-chimiques
- 3.3. Paramètres biologiques
- 3.4. Paramètres relatifs à la désinfection

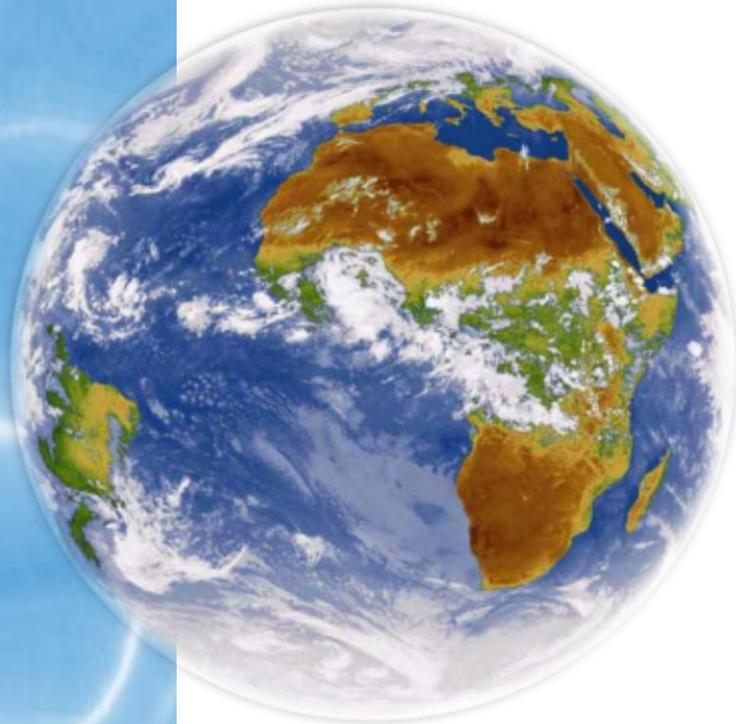


Canal de  
Isabel II

# 1

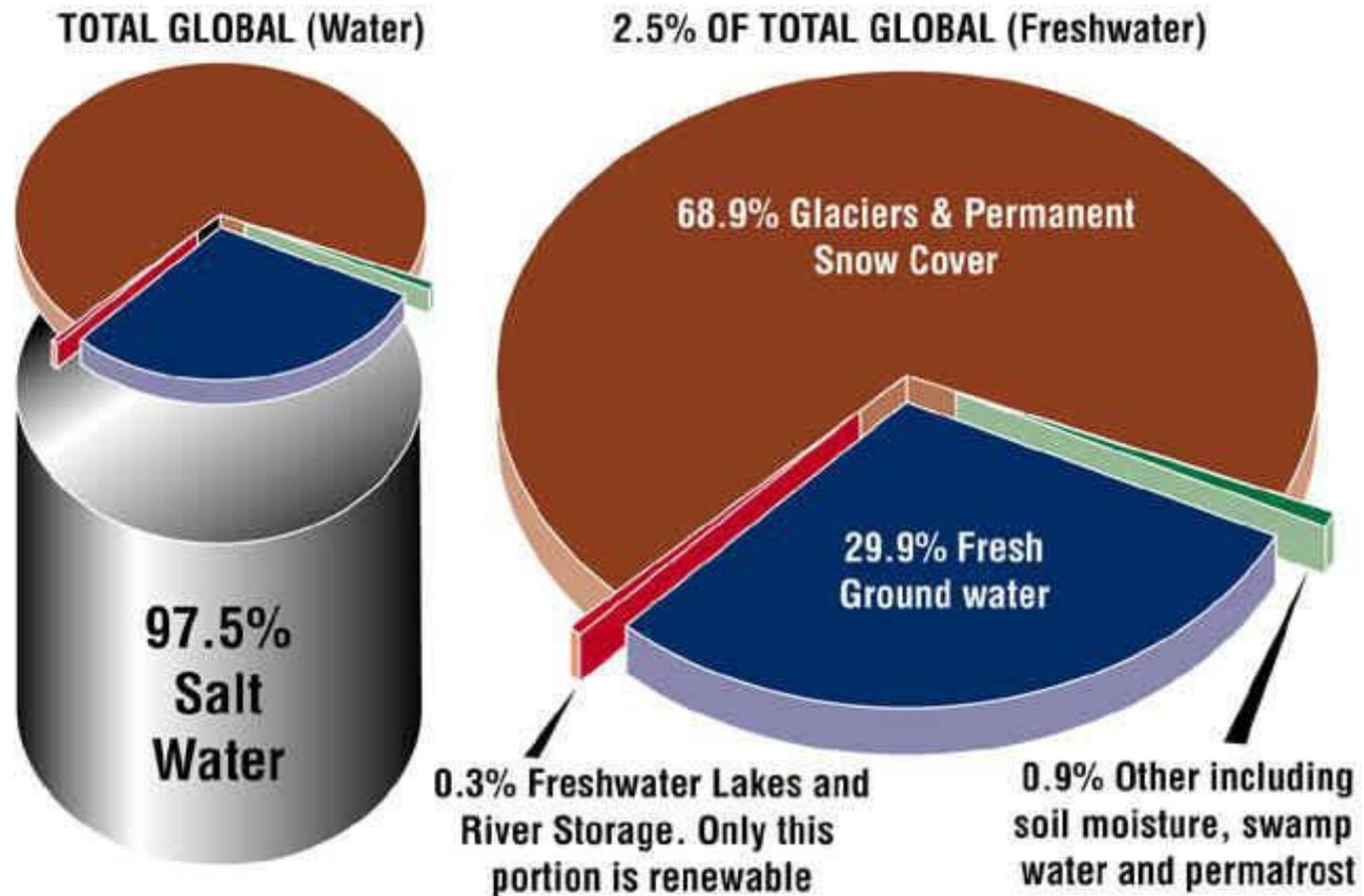
## INTRODUCTION

- 1.1. Introduction
- 1.2. Cycle de l'eau



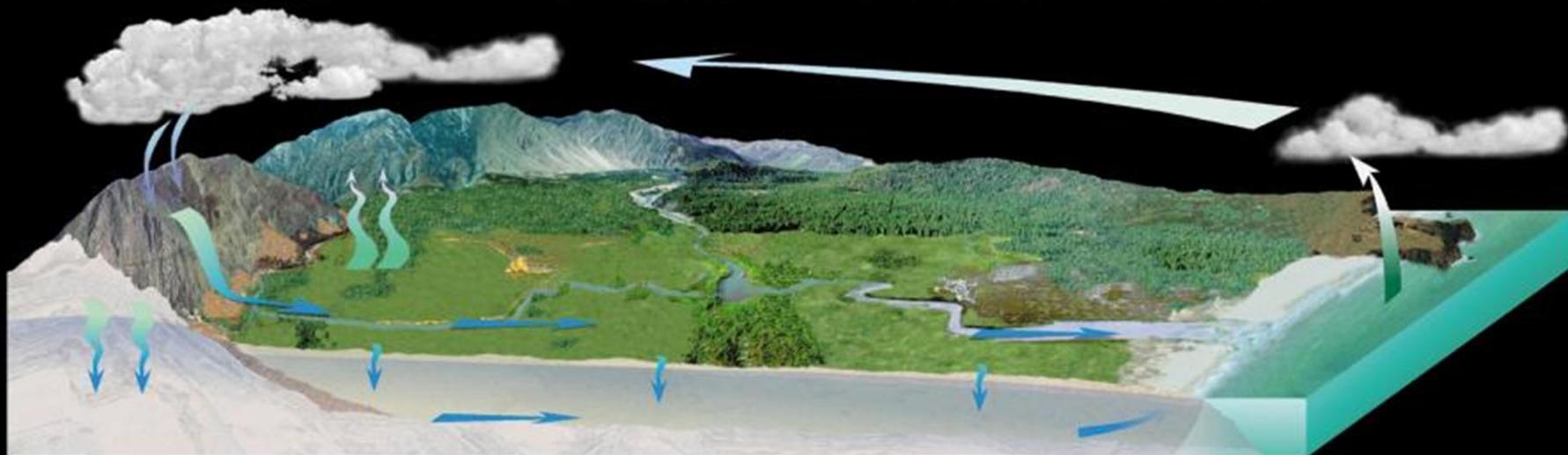
- L'eau est indispensable pour la vie végétale et animale.
- Elle peut arriver à être l'un des facteurs qui cause plus de limitations au développement de la vie.
- De l'autre côté, c'est la ressource la plus abondante de la planète, mais à peine 1 % est de l'eau douce superficielle de facile accès.

## DISTRIBUTION DE L'EAU A TRAVERS LA PLANETE



## CYCLE HYDROLOGIQUE À L'ETAT NATUREL

### *CICLO HIDROLÓGICO EN ESTADO NATURAL*



Source: **LÓPEZ-GETA, J. A. et al. 2001.** *Las aguas subterráneas: un recurso natural del subsuelo.* ITGE. Fundación Marcelino Botín.

## CYCLE HYDROLOGIQUE AFFECTÉ PAR L'HOMME



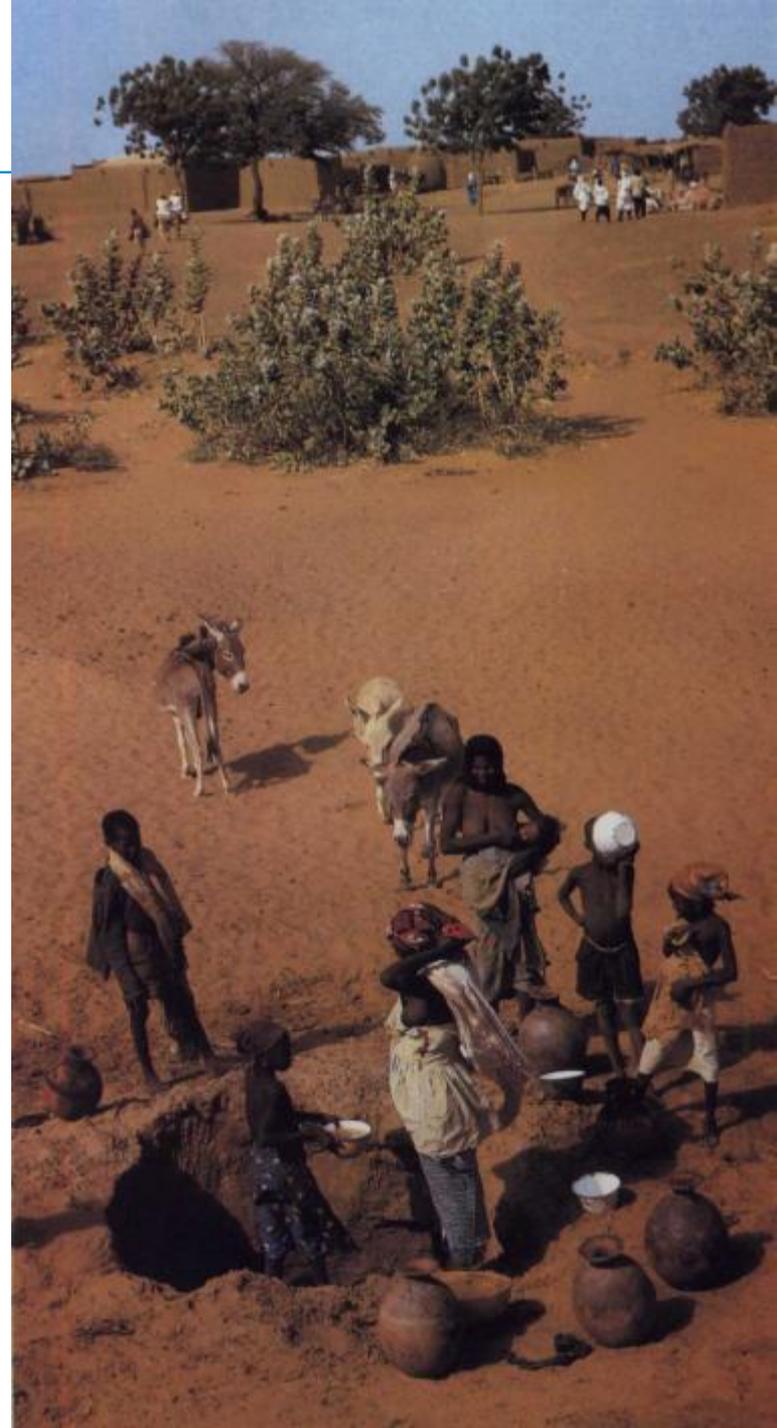
Source: **LÓPEZ-GETA, J. A. et al. 2001.** *Las aguas subterráneas: un recurso natural del subsuelo.* ITGE. Fundación Marcelino Botín.



## INTRODUCTION

- Il existe trois grands problèmes liés à l'eau:
  - La distribution inégale et injuste.
  - la **rareté** et
  - la **contamination**.

Source: **VVAA**. ***El mundo de la ecología***.  
Océano grupo editorial. Barcelona.





Canal de  
Isabel II

# 2

## ORIGINE ET SOURCES

- 1.1. Eaux superficielles
- 1.2. Eaux souterraines
- 1.3. Composition naturelle des eaux

- EAUX SUPERFICIELLES (Rivières et lacs)

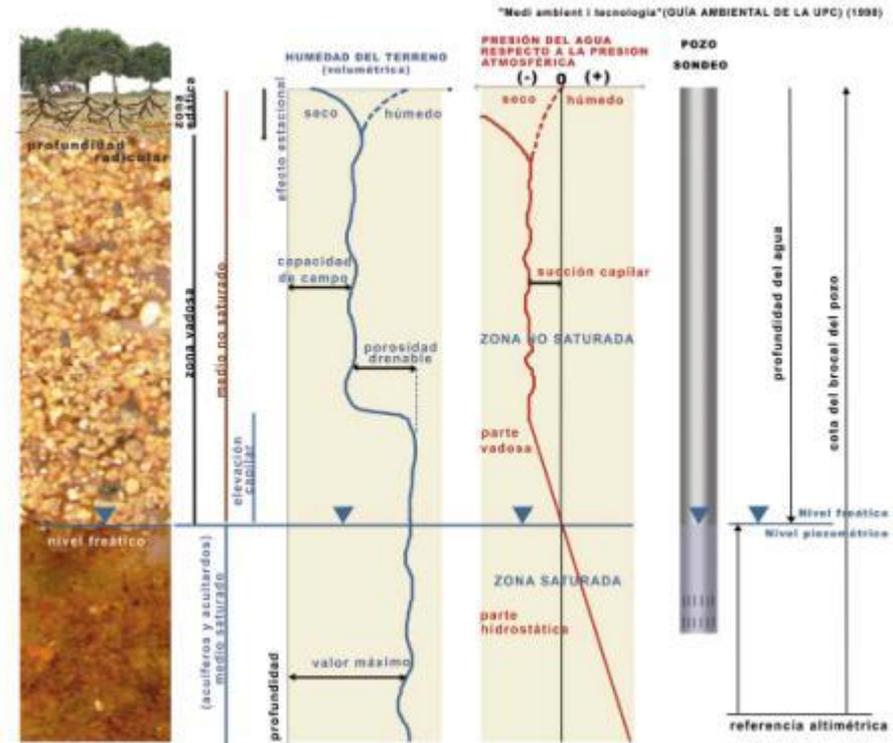


- EAUX SOUTERRAINES (Puits)



## EAUX SOUTERRAINES

- SCIENCE qui l'étudie: **Hydrogéologie.**
- **Aquifères:** "Formation géologique capable d'emmagasiner et de transmettre l'eau souterraine en quantités y qui peut être extraire par moyen des œuvres de captage".

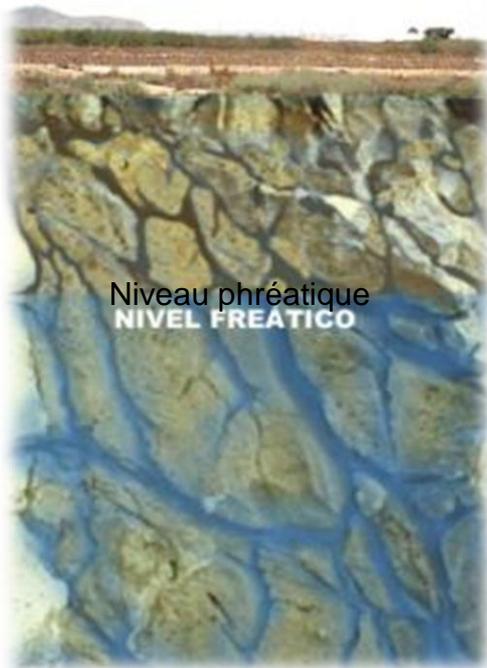


Source: **LÓPEZ-GETA, J. A. et al. 2001.** *Las aguas subterráneas: un recurso natural del subsuelo.* ITGE. Fundación Marcelino Botín.

## EAUX SOUTERRAINES

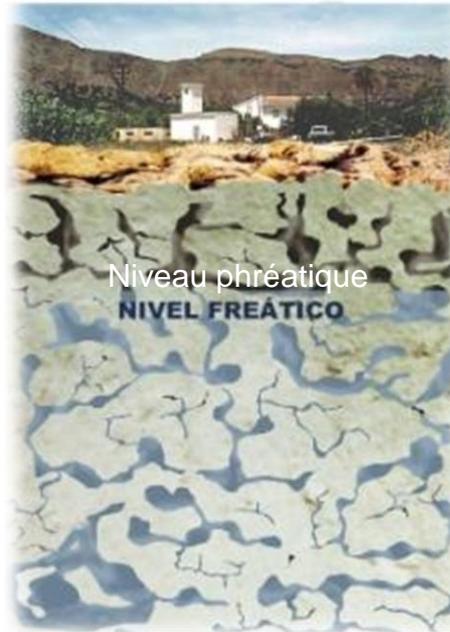
- Types d'aquifères en fonction des matériaux qui les constituent:

### FISSURÉ



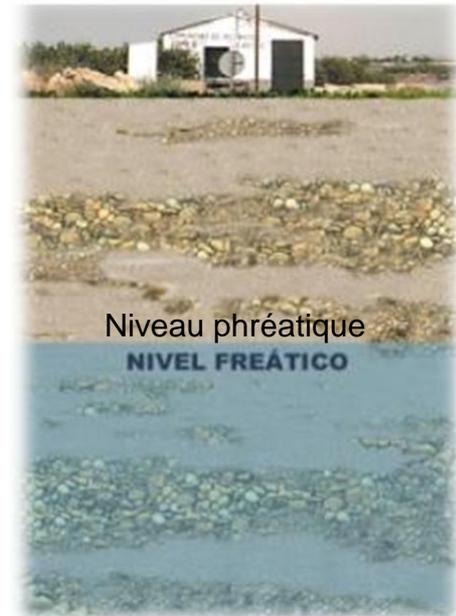
### KARSTIQUE:

Erosion du calcaire



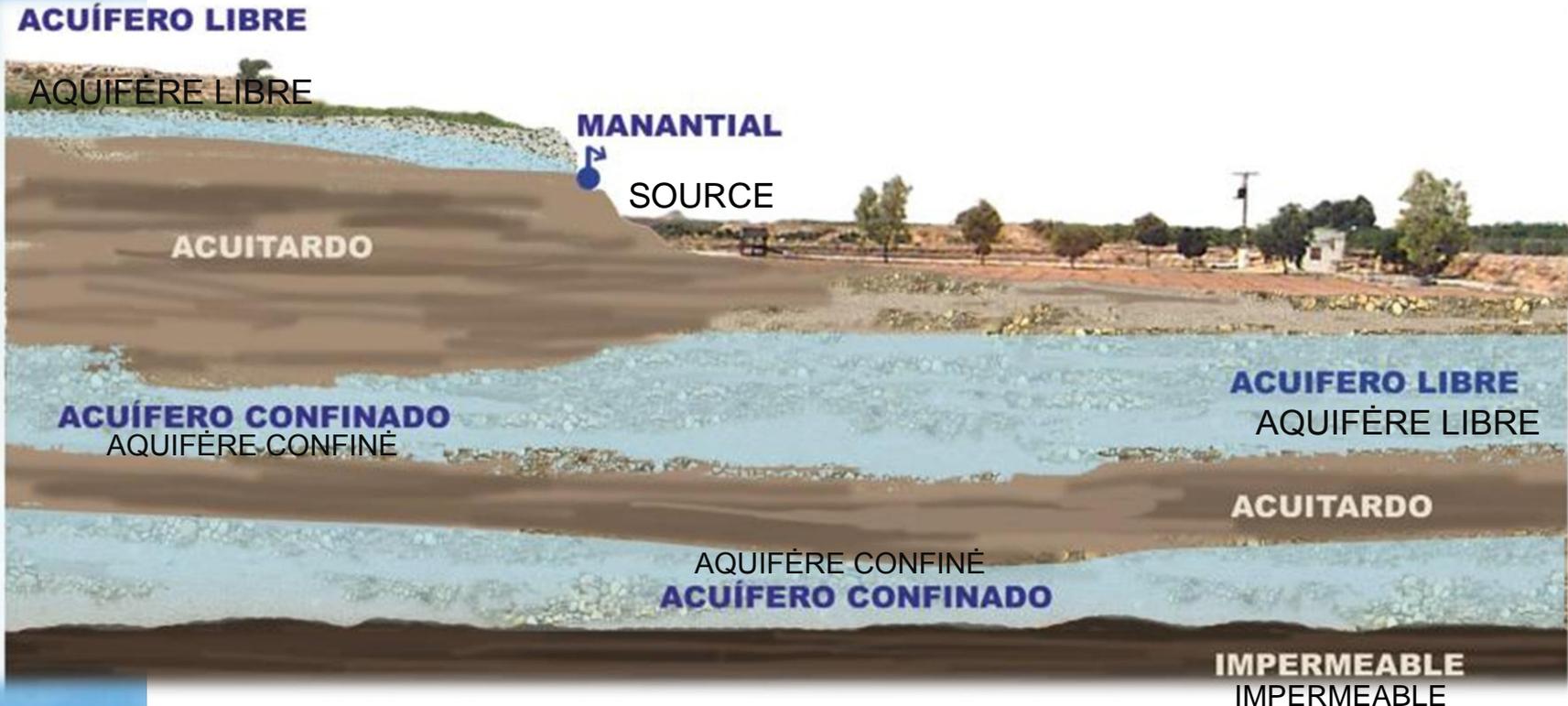
### DETRITIQUE:

Désagrégation de roches plus anciennes



## EAUX SOUTERRAINES

- Types d'aquifères en fonction de la pression hydrostatique:



## EAUX SOUTERRAINES

- Types d'aquifères en fonction de la pression hydrostatique:



## COMPOSITION NATURELLE DES EAUX



### ANIONS

- Chlorure ( $\text{Cl}^-$ )
- Sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ )
- Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ )

### CATIONS

- Sodium ( $\text{Na}^+$ )
- Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )
- Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )

### AUTRES

- Nitrate, carbonate, potassium, fer, silice et gaz:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$

## COMPOSITION NATURELLE DES EAUX



### CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES:

- Température
- Conductivité électrique
- Densité
- pH
- Résidu sec
- Dureté



Canal de  
Isabel II

# 3

## QUALITÉ DES EAUX

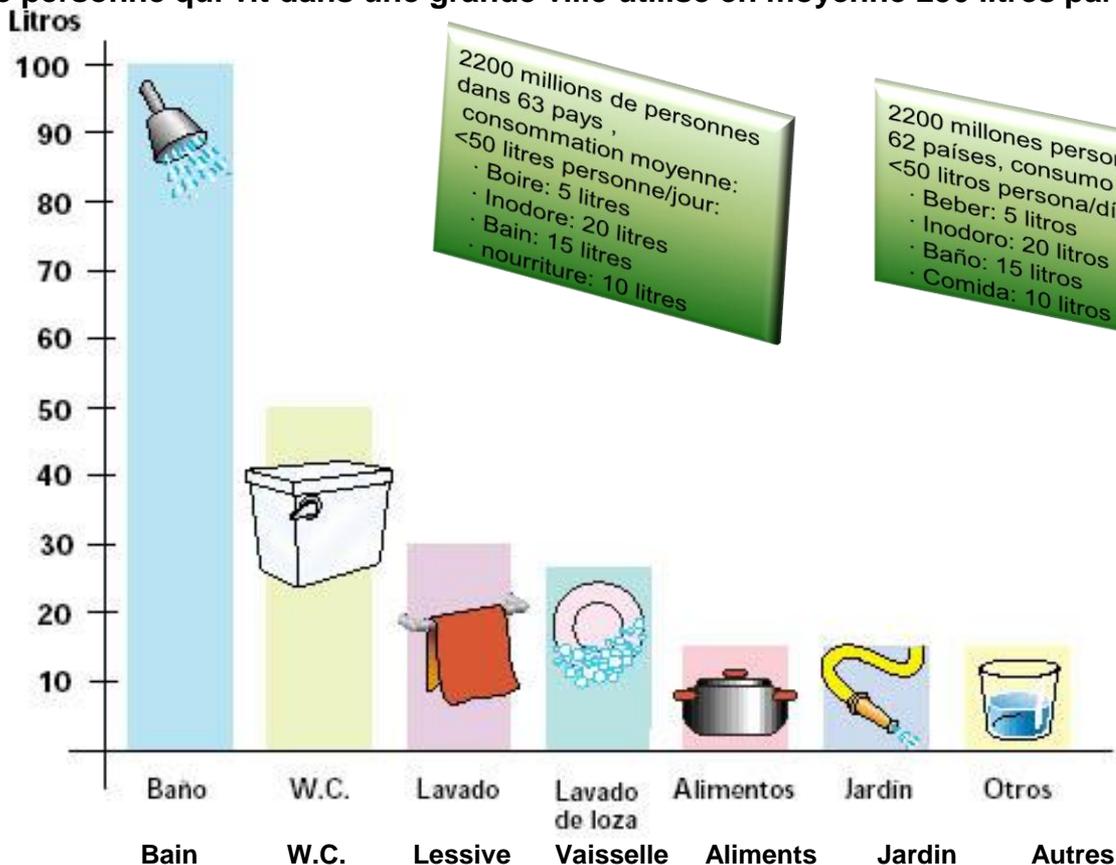
- 3.1. Utilisations de l'eau
- 3.2. Paramètres physico-chimiques
- 3.3. Paramètres biologiques
- 3.4. Paramètres relatifs à la désinfection

## UTILISATIONS DE L'EAU

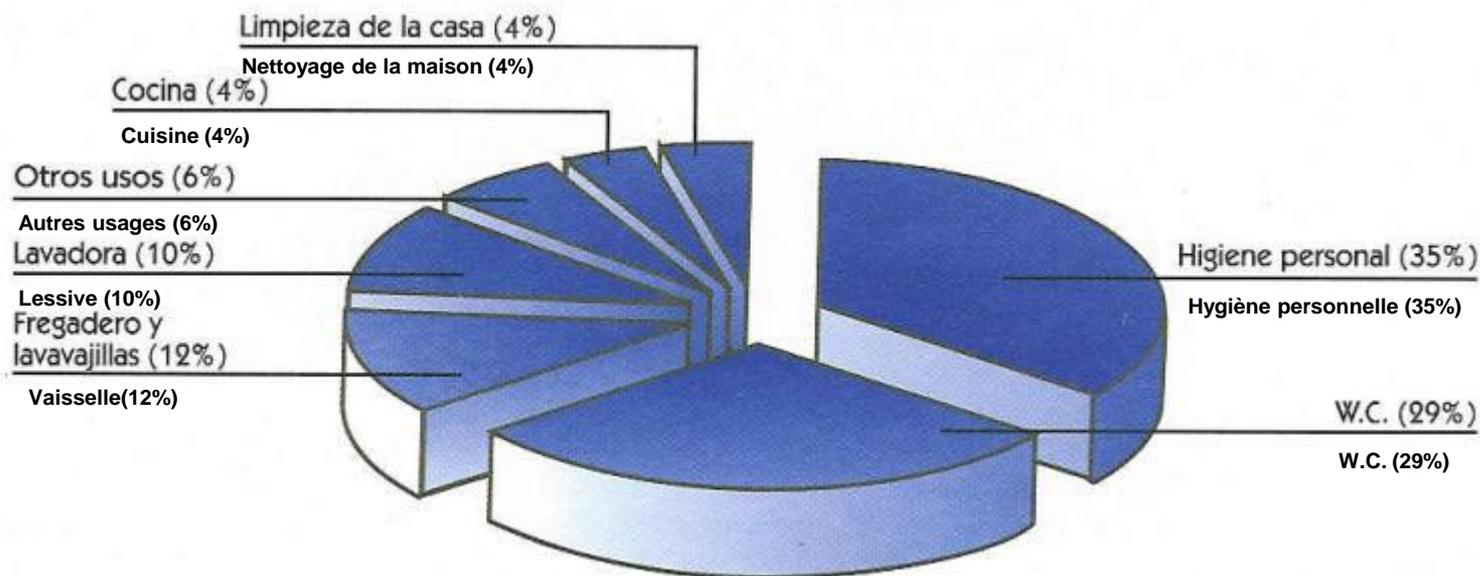
- **Approvisionnement humain [15%]**  
(RD. 140/2003), (RD. 927/1988), (recomendaciones OMS)
- **Approvisionnement industriel [7%]**
- **Approvisionnement agricole (irrigation)[77%]**  
(directrices FAO)
- **Vie piscicole et production de mollusques (RD. 927/1988)**
- **Breuvage pour les bétails (directrices NASNAE)**
- **Bain (RD. 927/1988) et utilisations récréatives**
- **Navigation et transport**
- **Production d' énergie**

## Graphique de Comportement (CONSOMMATION HUMAINE)

**UNA PERSONA QUE VIVE EN UNA CIUDAD GRANDE USA EN PROMEDIO 250 LITROS AL DIA**  
**Une personne qui vit dans une grande ville utilise en moyenne 250 litres par jour**



## Graphique de Comportement (CONSOMMATION HUMAINE)





---

### *Paramètres physiques*

---

- *Couleur*
- *Odeur y saveur*
- *Température*
- *pH y eH*
- *Conductivité électrique*
- *Solides*
- *Turbidez*



## PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

### *Paramètres chimiques*

#### *Paramètres organiques*

- *DBO*
- *DQO*
- *COT*
- *Demande total d'oxygène*
- *Phénols*
- *Pesticides*
- *Détergents*
- *Déterminations spécifiques*

#### *Paramètres inorganiques*

- *Ions majoritaires*
- *Dureté*
- *Acidité*
- *Alcalinité*
- *Chlorure et sodium*
- *Cyanures y Fluorures*
- *Sulfates*
- *Silice*
- *Métaux lourds* (Hg, Cd, Pb, Co, Ni, Cr, Cu, Zn,...)
- *Azote et phosphore*



# PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres qui déterminent la qualité d'une eau.

## • CONSTITUYANTS MAJORITAIRES

<i>Paramètre</i>	<i>Roche magmatique</i>	<i>Roche sédimentaire</i>	<i>Roche carbonatée</i>	<i>Roca yesífera</i>	<i>Roche saline</i>
	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>
<b>Cl<sup>-</sup></b>	3-30	5-20	5-15	10-50	-1000
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	10-60	2-25	150-300	50-200	-1000
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	4-30	5-40	40-90	-100	-1000
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	2-6	0-30	10-50	-70	-1000
<b>Na<sup>+</sup></b>	5-15	3-30	2-100	10-40	-1000
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	1-20	10-30	5-50	-100	-1000
<b>K<sup>+</sup></b>	0.2-1.5	0.2-5	-1	5-10	-100
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	0.5-5	0.5-10	1-20	10-40	-1000
<b>SiO<sub>3</sub></b>	-40	10-20	3-8	10-30	-30
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	-3	0.1-5	-0.1	-0.1	-2

Rangs de concentrations ioniques dans plusieurs eaux souterraines en tenant compte des formations géologiques.

Source: **HEM, 1985.**



## PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètre qui déterminent la qualité d'une eau

### • Chlorures (Cl<sup>-</sup>) et Sodium (Na<sup>+</sup>)

- Provenance: dissolution des roches ignées et évaporitiques (ClNa), tout près des eaux marines (intrusion saline), irrigation avec des eaux résiduelles et contamination urbaine, industrielle et celle causée par les bétails.
  - Cl<sup>-</sup>: Indicateur de contamination par les eaux résiduelles.
  - Na<sup>+</sup>: Irrigation avec de hautes concentrations qui origine des problèmes par toxicité
  - Saveur salée.

Río (Cl<sup>-</sup>): Cabecera: 10 mg/l      Desembocadura: 50 mg/l  
Acuífero detrítico (Cl<sup>-</sup>): 25 mg/l      Fuente: Tebbut, 1990

RD 140/2003 (Cl<sup>-</sup>): 250 mg/l  
RD 140/2003 (Na<sup>+</sup>): 200 mg/l

### • Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

- Provenance: dissolution des roches évaporitiques: (CaSO<sub>4</sub>) et de l'oxydation de sulfures (mine et microorganismes).
- Sels très solubles, peuvent former d'autres composés. Ils attaquent le ciment.
- Seuil de saveur  $\left\{ \begin{array}{l} \text{CaSO}_4: 1000 \text{ mg/l.} \\ \text{Na(SO}_4)_2: 250 \text{ mg/l.} \\ \uparrow \text{MgSO}_4: \text{ Saveur amère. Effets laxatifs.} \end{array} \right.$
- A l'état réduit (H<sub>2</sub>S): Odeur a œufs pourris (pantanos et eaux souterraines)
- Valeur normale: 2 – 150 mg/l

RD 140/2003: 250 mg/l



### • Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ). **DURETE**

- $\text{Ca}^{2+}$ , C'est le plus abondant .
- Les deux proviennent de roches ignées, métamorphiques et ↑↑sédimentaires (evaporitiques et calcaires:  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ )
- Valeur normale  $\text{Ca}^{2+}$ : 10-250 mg/l
- Valeur normale  $\text{Mg}^{2+}$ : < 40 mg/l
- Sont les causes de la **DURETE**:
  - “Propriété de l'eau qui évite que le savon fasse de la mousse et qui produisent des **incrustations** (eau chaude)”.

<i>Dureté (ppm de <math>\text{CaCO}_3</math>)</i>	<i>Terme utilisé</i>
< 50	Légère
50-100	Légèrement dure
100-200	modérément dure
> 200	Très dure

- C'est la somme de  $[\text{Ca}^{2+}]$  y  $[\text{Mg}^{2+}]$ , les deux exprimés comme la quantité équivalente de  $\text{CaCO}_3$ .
- Eaux dures inconvenantes
  - Consommation excessive de savon.
  - Empêchent la cuisson des légumes.
  - Incrustations des chaudières et des systèmes de distribution.
- Eaux douces (légères) inconvenantes : peuvent être corrosives.

Río (dureza): Cabecera: 10 mg/l      Desembocadura: 200 mg/l  
Acuífero detrítico (dureza): 200 mg/l      Fuente: Tebbut, 1990



### • Carbonate( $\text{CO}_3^{2-}$ ) y Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ). **ALCALINITE**

- Les deux proviennent de roches ignées mais principalement de la dissolution de terrains calcaires ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), potentialisé avec les apports de  $\text{CO}_2$ .
- Valeur normale  $\text{HCO}_3^-$ : 50-350 mg/l
- Valeur normale  $\text{CO}_3^{2-}$ : < 50 mg/l
- Sont les causes de l' **ALCALINITE**:
  - “Mesure de la capacité pour neutraliser les acides”.
  - C'est la quantité de carbonates et bicarbonates dans l'eau.
  - Eaux dures inconvenantes

Río (alcalinidad): Cabecera: 20 mg/l	Desembocadura: 175 mg/l
Acuífero detrítico (alcalinidad): 110 mg/l	Acuífero kárstico: 300 mg/l
<b>Fuente:</b> Tebbut, 1990	



## • CONDUCTIVITE ELECTRIQUE

- Mesure le contenu ionique de l'eau  $\approx$  quantité de sels ou la minéralisation dans l'eau. (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>)
- Unité :  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ou  $\mu\text{mhos}/\text{cm}$
- Relation avec TSD:  $\text{TSD} = \text{CE} \cdot f$   $f = 0.54-0.96$  (Hem, 1985)
- Dépend de:
  - Terrain qu'elle traverse { Eaux souterraines > Eaux superficielles.  
Matériels légers > matériels durs.
  - Dissolution de roches et matériels
  - Temps de résidence
- Influencée par la T (medida *in situ*):  $\uparrow T \text{ } 1^\circ\text{C} \Rightarrow \uparrow \text{CE } 2\%$
- Indicateur de contrôle de la qualité de l'eau pour la consommation humaine:
  - Changement brusque  $\Rightarrow$  CONTAMINATION
- Valeur normale CE:  $100 - 200 \mu\text{S}/\text{cm}$  { TSD < 600 mg/l Saveur agréable  
TSD > 1200 mg/l Détérioration du saveur

Río: Cabecera: 45 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Desembocadura: 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Acuífero detrítico: 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Fuente: Tebbut, 1990

RD 140/2003: 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
Irrigation: < 750 (1500)  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
Bétail : < 750 (5000)  $\mu\text{S}/\text{cm}$



## PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

### • TEMPERATURE (T)

- Eaux superficielles: Varie selon la saison de l'année.
- Eaux souterraines: Relativement constante.
- $\uparrow T$   $\left\{ \begin{array}{l} \uparrow \text{Solubilité des sels, activité microbienne (perte de la qualité).} \\ \downarrow \text{Solubilité des gaz, pH, densité et viscosité.} \end{array} \right.$
- Indicateur de contamination par les eaux résiduelles et industrielles (les centres nucléaires aussi).

### • OXYGENE DISSOUS ( $O_2$ )

- Élément important dans le contrôle de la qualité d'une eau.
- Provenance: Photosynthèse vie aquatique et diffusion  $O_2$  atmosphérique.
- Eaux superficielles: peuvent être saturées. (Vie piscicole requiert  $> 2\text{mg/l } O_2$ )
- Eaux souterraines: Absence
- Sa solubilité dépend de la T:  $\uparrow T \Rightarrow \downarrow O_2$

-  $\downarrow O_2$ :

- Conditions anaérobiques  $\left\{ \begin{array}{l} \uparrow \text{composés réduits (perte de la qualité).} \\ \uparrow \text{Développement de bactéries du Fe y Mn} \Rightarrow \text{Coloración y turbidez.} \end{array} \right.$
- Contamination.

Bain: 80-120% saturation  $O_2$   
Vie piscicole:  $\geq 9 \text{ mg/l } O_2 (S)$   
 $\geq 7 \text{ mg/l } O_2 (C)$



## • pH

- $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ 

{	pH < 7	<b>ACIDE</b>	➡	↑ Corrosion, détérioration qualité chimique et microbiologique
	pH = 7	<b>NEUTRE</b>		
	pH > 7	<b>BASIQUE</b>	➡	↑ Incrustations: dépôts de carbonates.
- Acidification d'une eau:
  - Naturelle: 

{	Acides humiques et minéralisation de la matière organique.
	Zones volcaniques et matérielles riches en sulfures.
	Végétation.
  - Artificielle: 

{	Eaux des mines.
	Pluie acide.
	Contamination industrielle.
- Alcalinisation d'une eau:
  - Naturelle: Dissolution de roches et minérales de métaux alcalins y alcalinoterreux:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , ... ⇒ Roches calcaires, évaporitiques, ... ⇒ Calizas, dolomías, yesos, ...
  - Artificielle: Contamination industrielle.
- Influencé par la T (mesure *in situ*):  $\uparrow T 1^\circ\text{C} \Rightarrow \downarrow \text{pH } 8\%$
- Conditions normales: 6.5 - 8

RD 140/2003: 6.5 – 9.5  
Vie Piscicole: 6 (S) – 9 (C)  
Bain: 6 – 9



## • SOLIDES EN SUSPENSION ET **TURBIDEZ**

- Présence de substances insolubles en suspension 

}	Minérale: arcillas, margas, limos, sales Fe, Mn
	Organiques
	Filamenteuses
- Dépend de:
  - Terrain qu'elle traverse 

}	↑ ↑ Eaux superficielles > eaux souterraines (absence).
	↑ ↑ Matériels légers > matériels durs (rare).
  - Variabilité saisonnière: ↑ ↑ Epoque de pluies
- Solides totales = **solides en suspension** + solides dissous (TSD)

Solides en suspension  
Vie Piscicole: ≤ 25 mg/l

Río: Cabecera: 50 mg/l      Desembocadura: 400 mg/l  
Acuífero detrítico: 7.2 mg/l      Fuente: Tebbut, 1990

- **Turbidez**: "C'est l'expression de la propriété optique de l'échantillon qui cause que les rayons de lumière soient dispersés et absorbés au lieu d'être transmis en ligne droite à travers l'échantillon".
  - Relation avec la transparence: Disque de Secchi.
  - Unité **nefelométricas**
  - Indicateur de qualité des eaux traitées.

Turbidez  
RD 140/2003: 1 UNF (ETAP) - 5 UNF (Red)  
Bain: 1 m (Disque de Secchi)

Río: Cabecera: 5 UNF      Desembocadura: 50 UNF  
Acuífero detrítico: <5 UNF      Fuente: Tebbut, 1990



## • COULEUR

- Qualité organoleptique.
- Proviens des différentes substances en suspension ou dissoutes.
  - Naturelle: Matière organique en décomposition
    - Sels solubles de Fe et Mn dans les eaux souterraines.
  - Artificielle: Contamination industrielle

## • ODEUR et SAVEUR

- Qualité organoleptique.
- Provenance:
  - Naturelle: · Composés inorganiques:  $\text{SH}_2$ 

}	Odeur d'oeufs pourris
	Odeur de moho/banane
  - Composés organiques 

}	<b>Geosmina</b> : Odeur de terre
	<b>Mucidona</b> : Odeur de moho
  - Ions minéraux 

}	Saveur salée: $\text{Cl}^-$ , $\text{Na}^+$
	Saveur métallique: $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$
	Saveur amère: $\text{SO}_4^{2-}$
  - Microorganismes: algues, champignons, bactéries, ...
- Indicateur de contamination dans les eaux potables.



## PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Paramètres qui déterminent la qualité d'une eau.

- COMPOSES MINORITAIRES
- Composes Azotés



Ammoniaque /ion ammonium



Azote atmosphérique



Nitrites



Nitrates

– Influence importante de microorganismes: Cycle de l'Azote.

– Provenance:



Action bactérienne

Contamination eaux résiduelles

Río: Cabecera: 0.05 mg/l    Desembocadura: 0.5 mg/l  
Acuífero detrítico: 0.05 mg/l    Fuente: Tebbut, 1990



Action bactérienne

Contamination du bétail/agricole

Río: Cabecera: 0.1 mg/l    Desembocadura: 75 mg/l  
Acuífero detrítico: 0.5 mg/l    Fuente: Tebbut, 1990

– Valeur normale :  $\text{NH}_4^+ < 0.1 \text{ mg/l}$

Valeur normale :  $\text{NO}_3^- < 0.1-10 \text{ mg/l}$

- $\text{NO}_2^-$ : Problèmes toxicité (METAMOGLOBINEMIE).
- Los composés azotés ensemble avec le phosphore:
  - Nutriments (contaminants).
  - Problèmes de eutrophisation.

RD 140/2003 ( $\text{NO}_3^-$ ): 50 mg/l  
RD 140/2003 ( $\text{NH}_4^+$ ): 0.5 mg/l  
Vie Piscicole:  $\leq 0.01 \text{ mg/l (S)}$   
 $\leq 0.03 \text{ mg/l (C)}$   
RD 140/2003 ( $\text{NO}_2^-$ ): 0.1 mg/l(ETAP) – 0.5 mg/l(RED)  
Vie Piscicole:  $\leq 0.025 \text{ mg/l (S,C)}$



### • Composés Phosphorés

- Provenance:
  - Dissolution de roches (**apatite**) et dégradation de la matière organique.
  - Contamination agricole (fertilisants NPK)
  - Contamination des eaux résiduelles (détergents)
- Problèmes d'eutrophisation des eaux.

Vie Piscicole: 0.2 mg/l (S)  
0.4 mg/l (C)

### • Fer ( $\text{Fe}^{2+}$ ) et Manganèse ( $\text{Mn}^{2+}$ )

- forment des oxydes.
- Dissous dans les eaux acides (mine) et eaux souterraines.
- Provenance: Minéraux ferriques: hématites, **pirite**, **limonite**, ... et certains silices.
- Donnent une saveur métallique.
- Tonalités rougeâtres ( $\text{Fe}^{2+}$ ) y noirâtres ( $\text{Mn}^{2+}$ ).
- Développement de bactéries.
- Valeur normale :  $\text{Fe}^{2+}$ : 0 -10 mg/l
- Valeur normale :  $\text{Mn}^{2+}$ : 0.2-1 mg/l

RD 140/2003 ( $\text{Fe}^{2+}$ ): 0.2 mg/l  
RD 140/2003 ( $\text{Mn}^{2+}$ ): 0.05 mg/l



## • DBO, DQO y COT

- DBO: Demande biochimique d'oxygene.
- DQO: Demande chimique d'oxygene.  indicateurs de la **MATIERE ORGANIQUE** de l'eau.
- COT: Carbone organique total.
- Provenance de la matière organique 

}	Acides humiques.
	Métabolisme des organismes vivants.
	M.F (déchets) des êtres vivants.
	Contamination par des eaux résiduelles.
- DQO y DBO se mesurent en "quantité de O<sub>2</sub> qui est nécessaire pour oxyder la matière organique" (mg/l O<sub>2</sub>).
- ↑↑ DQO, DBO:
  - Typique des eaux résiduelles.
  - ↓O<sub>2</sub> dissous.

Río: Cabecera: 2 mg/l O<sub>2</sub>      Desembocadura: 4 mg/l O<sub>2</sub>  
Acuífero detrítico: 2 mg/l O<sub>2</sub>      Fuente: Tebbut, 1990

RD 140/2003 (DQO): 5 mg/l O<sub>2</sub>  
RD 140/2003 (COT): Sin cambios anómalos  
Vida Piscícola (DBO): ≤ 3 mg/l O<sub>2</sub> (S)  
≤ 6 mg/l O<sub>2</sub> (C)

### • METAUX LOURDS

- Provenance de métaux lourds 

}	Naturelle: dissolution de roches. (Niveau TRAZA < 0.001mg/l)
	Anthropique: Contamination industrielle et urbaine. Canalisations.
- Substances dangereuses par sa toxicité, persistance et accumulation.
- Métaux:
  - **Arsenic** (As) → Mineral: Rejalgar ( $As_2S_2$ ) y oropimente ( $As_2S_3$ )
  - **Mercure** (Hg) → Mineral: Cinabre (HgS)
  - **Cadmium** (Cd) → Mineral: Greenockita (CdS)
  - **Chrome** (Cr) → Mineral: Cromita ( $Fe(CrO_2)$ )
  - **Plomb** (Pb) → Mineral: Galena (PbS) y Cerusita ( $PbCO_3$ )
  - **Nickel** (Ni) → Mineral: Niquelita
  - **Cuivre** (Cu) → Mineral: Cuprita ( $CuS_2$ ), calcopirita ( $CuFeS_2$ ), malaquita ( $CuCO_3$ )
  - **Zinc** (Zn) → Mineral: Blenda ( $ZnS_2$ )
  - **Argent** (Ag)
- ↓ pH ⇒ ↑ solubilité.

RD 140/2003: (Hg): 1 µg/l  
(Cd): 5 µg/l  
(As): 10 µg/l  
(Pb): 25 µg/l  
(Cr): 50 µg/l

## *Paramètres biologiques*

- *Coliformes (E. coli)*
- *Streptocoques*
- *Sporules anaérobiques (Clostridium)*
- *Pseudomonas (Shigella)*
- *Algues vertes et bleues*
- *Flagelles et diatomees*
- *Amibes et cilié*
- *Virus*



Indicateur de la **QUALITE**  
**DANS LES EAUX**  
**TRAITEES**  
(Consommation)

RD 140/2003: Absence

Chaque jour 6000 personnes  
meurent par des maladies  
dérivées du mauvais état de  
l'eau ou par l'ingestion des  
aliments contaminées.

- Maladies: gastroentérite (*E. coli*, *Shiguella*), salmonellose (*Salmonella*), leptospirose (*Leptospira*), typhus (*Salmonella typhi*), hépatite,...
- Méthode d' élimination des pathogènes : DESINFECTION

# PARAMETRES RELATIFS A LA DESINFECTION



- **Traitements de desinfection**
  - Traitement physique (application de chaleur).
  - Radiation (UV).
  - Ions métalliques (cuivre et argent).
  - Alcalis y acides.
  - Oxidants (chlore et derives, ozone, permanganate,...)
  
- **Processus dans l'ETAP**
  - Prechloration ou Preoxydation: Oxydation (Désinfectant 1<sup>o</sup>)**  
(Réduction de matière organique et inorganique oxydable)
  - Postchloration ou Désinfection: Désinfection (Désinfectant 2<sup>o</sup>)**

---

## *Types de désinfectants les plus utilisées dans les eaux potables.*

---

- *OZONE* (O<sub>3</sub>)
- *CHLORE* (Cl<sub>2</sub>)
- *DIOXIDE DE CHLORE* (ClO<sub>2</sub>)
- *HYPOCLORITE SODIQUE / CALCIQUE* (NaClO / Ca(ClO)<sub>2</sub>)
- *CHLORAMINES* (Cl<sub>2</sub> + NH<sub>3</sub>) (ClNH<sub>2</sub>)

# PARAMETRES RELATIFS A LA DESINFECTION



- Mesure du chlore 

{	<b>Chlore libre</b> (acide hypochloreux [HClO] / Ion hypochlorite [ClO <sup>-</sup> ])	⇨ Oxydant/ Désinfectant
	<b>Chlore combiné</b> (chloramines [ClNH <sub>2</sub> ])	⇨ Désinfectant
	<b>Chlore total</b> (Chlore libre + Chlore combine)	

- Le pouvoir ou l'efficiace bactericide de plusieurs desinfectants utilises dans le traitement de l'eau, entre des limites les plus frequentes (pH > 6 y pH < 9), se reflete dans l'ordre suivant:

OZONE > DIOXYDE DE CHLORE > *CHLORE LIBRE* > *CLORAMINES*

- Quant a la **stabilité et persistance** dans les citernes ou dans le réseau de distribution, serait:

*CHLORAMINES* > DIOXYDE DE CHLORE > *CHLORE LIBRE* > OZONE

---

## *Sous-produits des désinfectants*

---

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| • <i>OZONE</i> (O <sub>3</sub> )               | Bromates                      |
| • <i>CHLORE LIBRE</i> (Cl <sub>2</sub> )       | Trihalo méthanés (THMs)       |
| • <i>DIOXYDE DE CHLORE</i> (ClO <sub>2</sub> ) | Chlorates                     |
| • <i>CHLORAMINES</i> (ClNH <sub>2</sub> )      | Acides halo acétiques y ↓THMs |



## PARAMETRES RELATIFS A LA DESINFECTION

### *Real Decreto 140/2003*

<i>Paramètres</i>	<i>Valeur paramétrique</i>
• <i>Chlore combiné résiduel (Si Chloramination)</i>	2 mg/l (en la red)
• <i>Chlore libre résiduel</i>	1 mg/l
• <i>pH</i>	6.5 – 9.5
• <i>Conductivité électrique</i>	2500 µS/cm
• <i>Nitrates</i>	50 mg/l
• <i>Nitrites (Si Chloramination)</i>	0.1 mg/l (ETAP) / 0.5 mg/l (red)
• <i>Ammonium</i>	0.5 mg/l
• <i>Turbidez</i>	1 UNF (ETAP) / 5 UNF (red)
• <i>Carbone organique total</i>	Sans changements anormaux
• <i>Trihalo méthanes (THMs) (Si traitement Chlore)</i>	100 µg/l



- **ANGUITA, F. MORENO, F.** 1993. *Procesos geológicos externos y geología ambiental*. Ed. Rueda. Madrid.
- **BIELZA DE ORY, V.** 1993. *Geografía General I. Introducción y Geografía física*. Taurus Universitaria. Madrid.
- **CANDELA, L. y VARELA, M.** 1993. *La zona no saturada y la contaminación de las aguas subterráneas: teoría y modelos*. Ed. Cedion. Universidad Politécnica de Cataluña.
- **CATALÁN, J. Y CATALÁN, J.M..** 1989. *Ríos: caracterización y calidad de sus aguas*. Dinidrox, S.A.
- **CATALÁN LAFUENTE, J.** 1990. *Química del agua*. 2ª edición. Bellisco. Madrid.
- **CEOTMA.** 1981. *Geología y Medio Ambiente*. Serie Monografías 11. MOPU. Madrid.
- **DEGREMONT.** 1979. *Manual técnico del agua*. Grijelmo. 4ª edición. Barcelona.
- **ERICKSON, J.** 1994. *La contaminación de nuestro planeta*. McGraw Hill. Colombia.
- **HEM, J.D.** 1985. *Study and interpretation of chemical characteristics of natural water*. U.S. Geological Survey, Water Supply Paper, 2254.
- **ITGE. 1985.** *Calidad y contaminación de las aguas subterráneas*. Memoria de síntesis. Tomo I.
- **JIMENO, G.T. y HERRERO, M.** 1998. *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Material curricular para su aplicación en el aula*. Visor. Madrid.
- **KEMMER, F.N.** 1993. *Manual del agua. Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones*. NALCO CHEMICAL COMPANY. McGraw Hill.
- **LÓPEZ-GETA, J.A et al.** 2001. *Las aguas subterráneas: un recurso natural del subsuelo*. ITGE. Fundación Marcelino Botín.
- **LÓPEZ VERA, F.** 1985. *La contaminación de las aguas subterráneas*. Unidades temáticas medioambientales. MOPU.
- **LLAMAS, J.** 1993. *Hidrología general. Principios y aplicaciones*. Servicio editorial Universidad del País Vasco. Bilbao.
- **PNUD.** 2000. *Informe sobre desarrollo humano-2000*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.
- **RAMÍREZ QUIRÓS, F.** 2005. *Tratamiento de desinfección del agua potable*. Canal Educa. Madrid.
- **VVAA.** 1997. *Guía de recursos para acercarnos a las instalaciones del agua*. Canal de Isabel II. Comunidad de Madrid
- **VVAA.** *El mundo de la ecología*. Océano grupo editorial. Barcelona.



# Canal de Isabel II

[www.cyii.es](http://www.cyii.es)