

Helmo – GRAMME

Gestion du cycle de l'eau

Contexte général

Contexte général

- Contexte général
- Caractérisation des eaux
- Gestion des eaux usées
 - Différents modèles de station d'épuration
 - Les prétraitements
 - Le traitement primaire
 - Le traitement secondaire
 - Le traitement tertiaire
 - Le traitement des boues

Contexte général

L'eau

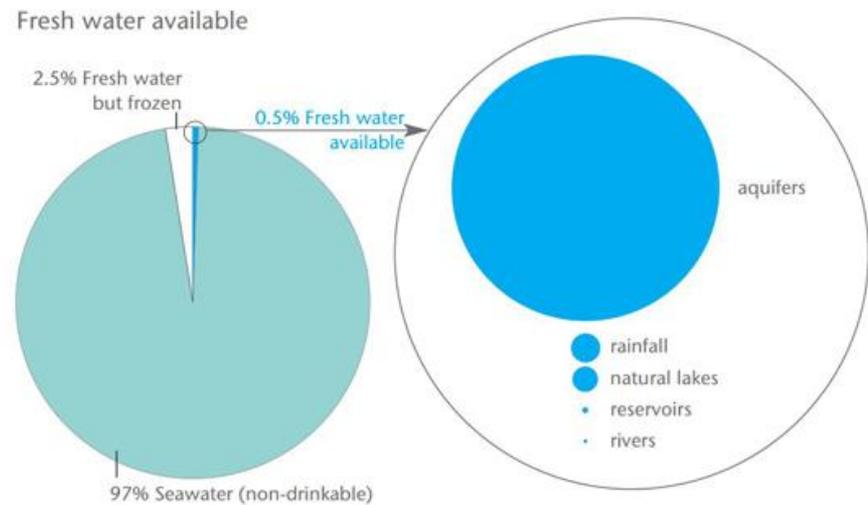
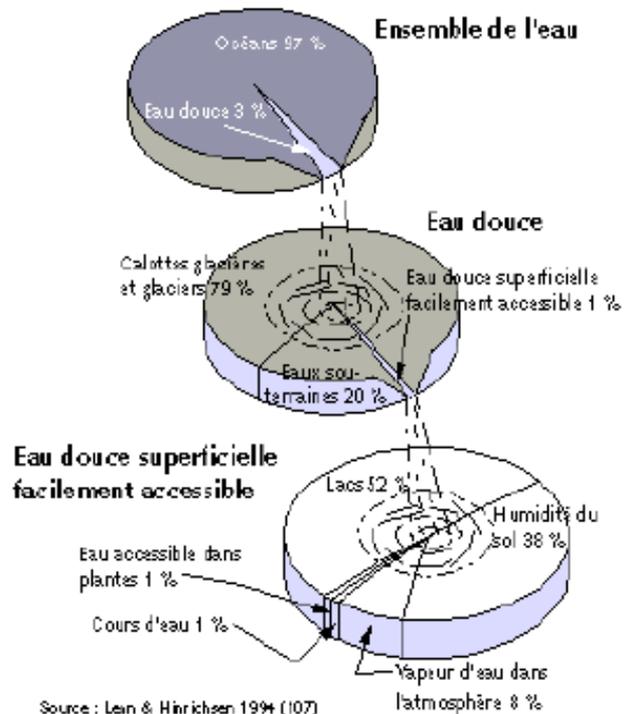
Ressources en eau

Répartition de l'eau sur terre

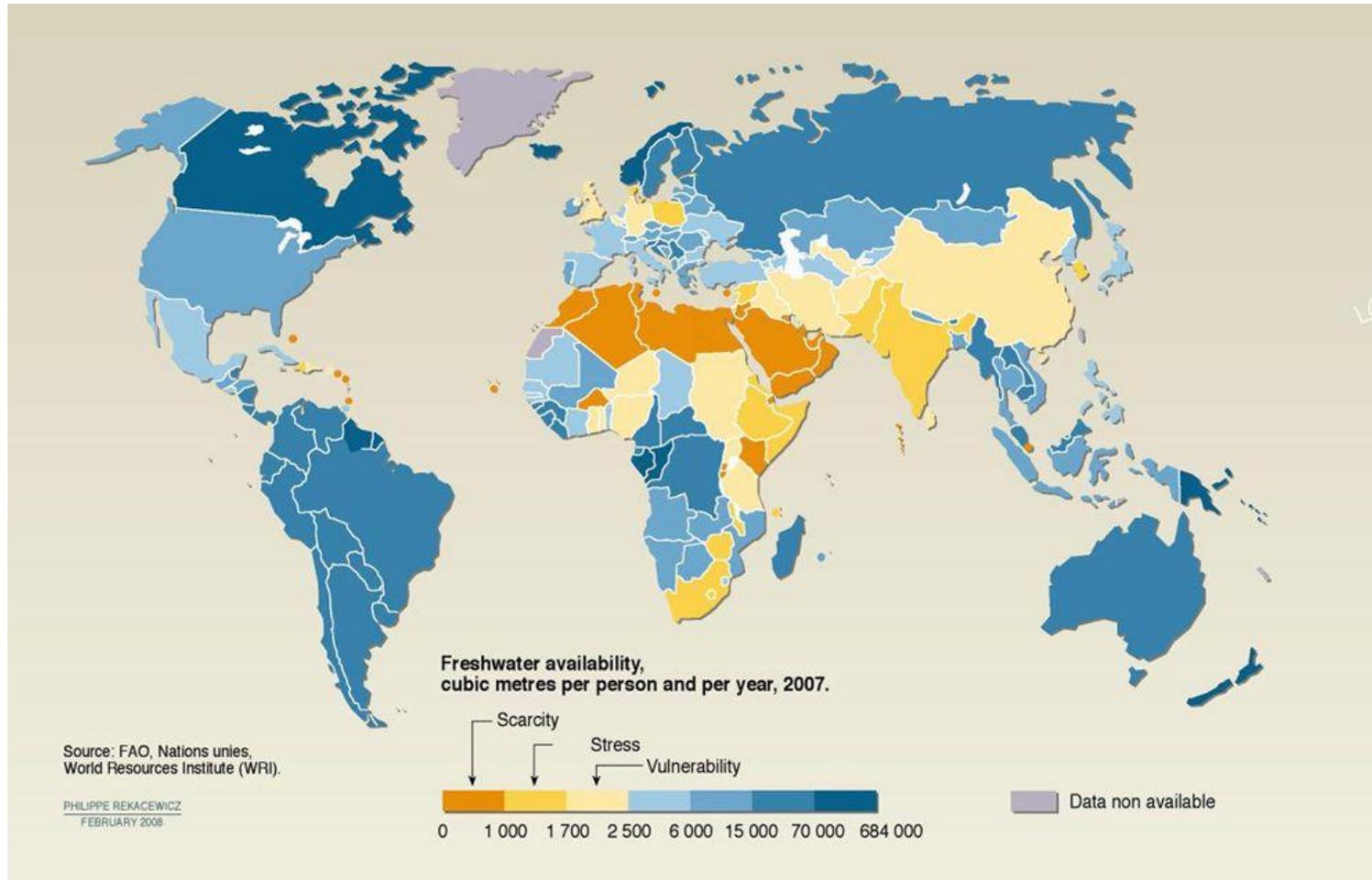
<u>Localisation ou forme</u>	<u>Volume en 10⁶ km³</u>
Océan	1380
Roches sédimentaires	210
Calottes glaciaires	16,7
Eaux souterraines	0,25
Eaux continentales de surface	0,025
Vapeur d'eau atmosphérique	0,013

Disponibilité eau de mer > Disponibilité eau douce
Besoins eau de mer < Besoins eau douce

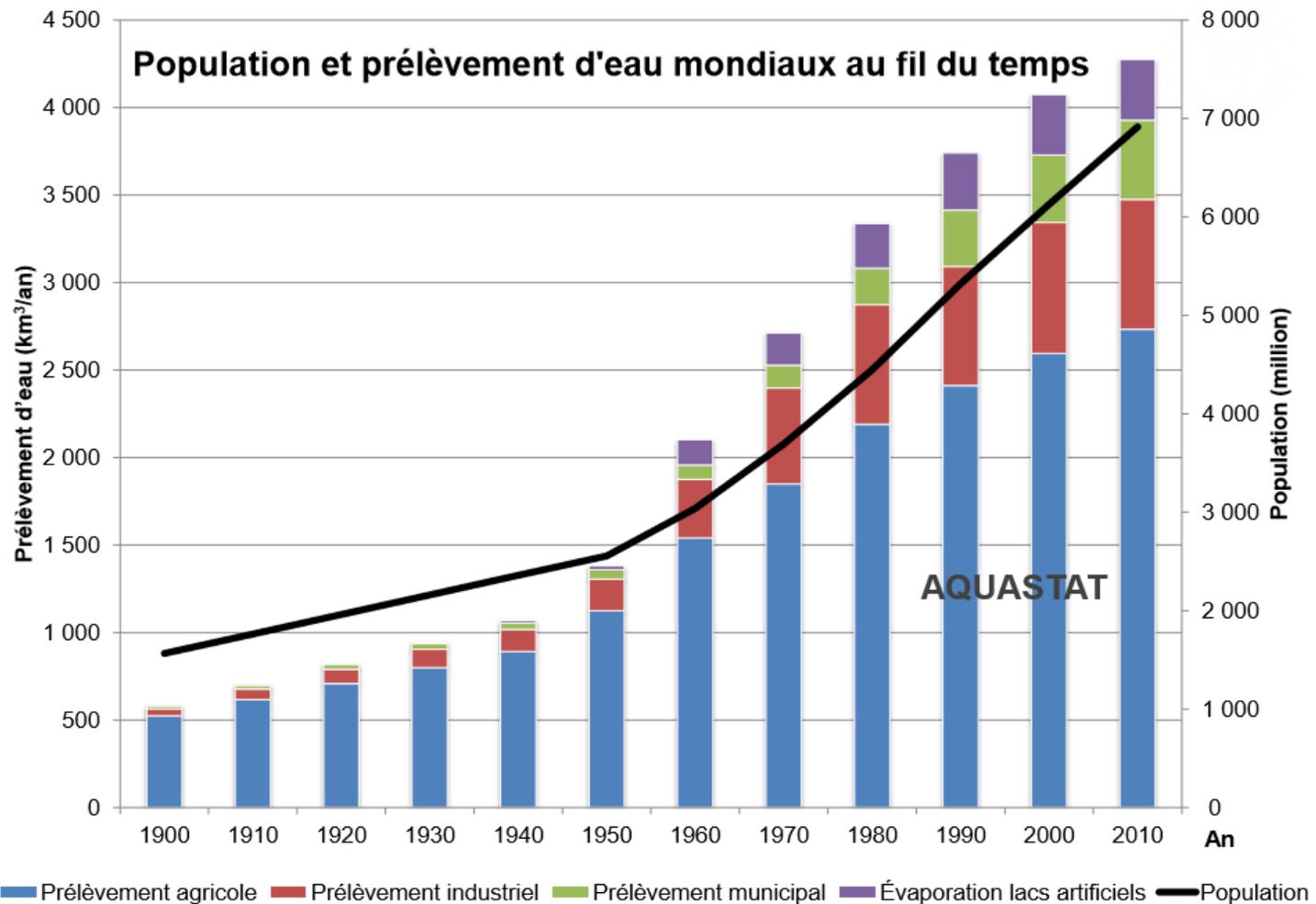
Ressources en eau



Stress hydrique

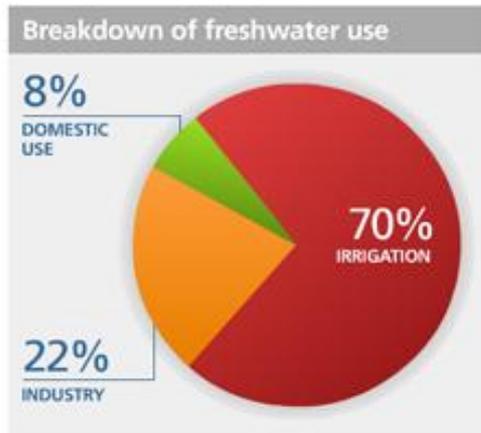


Stress hydrique



L'Eau, un besoin vital

- Consommation croissante d'eau douce à l'échelle mondiale
 - Prélèvements d'eau douce ont triplé en 50 ans
- L'eau est essentielle à la vie et au développement
 - Êtres humains
 - Alimentation
 - Hygiène
 - Usages domestiques
 - Agriculture
 - Industries



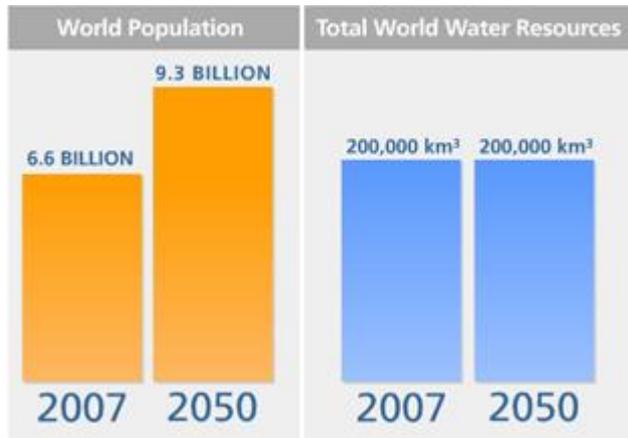
Source : Unesco

<i>Pour fabriquer une tonne de ...</i>	<i>Il faut ...</i>
<i>Coton</i>	<i>10.000 m³</i>
<i>Riz</i>	<i>4.500 m³</i>
<i>Plastique</i>	<i>2.000 m³</i>
<i>Aluminium</i>	<i>1.300 m³</i>
<i>Blé</i>	<i>500 m³</i>
<i>Papier</i>	<i>250 m³</i>
<i>Pétrole</i>	<i>20 m³</i>
<i>Bière</i>	<i>20 m³ d'eau</i>

http://www.unwater.org/statistics_use.html

Les pressions sur la demande

- Croissance démographique
 - Augmentation de 80 millions de personnes/an
 - Demande supplémentaire de 64 milliards m³ eau/an
 - Croissance de population dans pays en développement où accès restreint à l'eau
- Augmentation demande en produits agricoles
 - Secteur le plus gourmand en eau (70% ensemble consommation)
 - Augmentation de 70 à 90% si pas de rationalisation d'ici 2050



Les pressions sur la demande

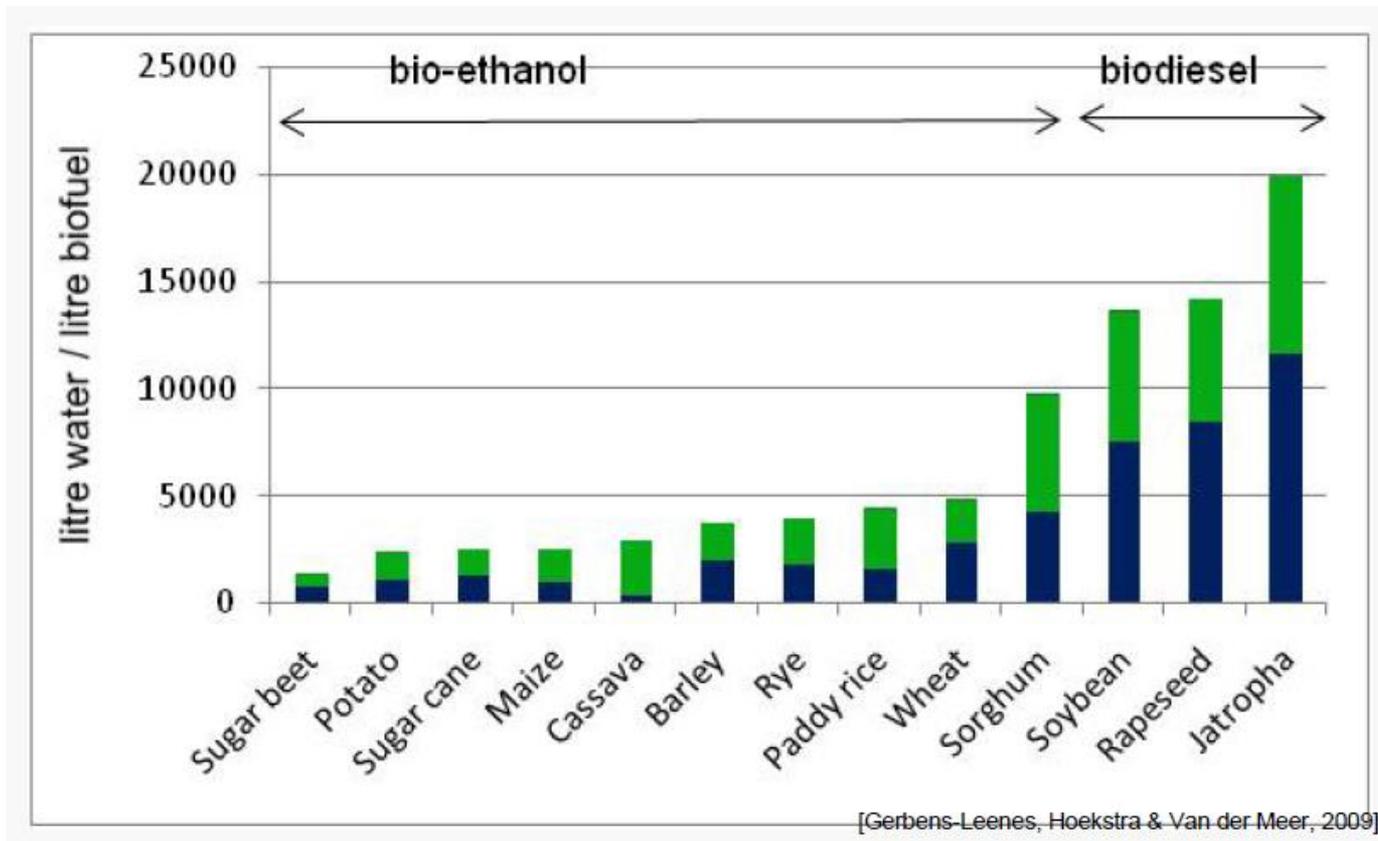
- Évolution modes de consommation alimentaire
 - Augmentation demande en viande et produits laitiers dans pays émergents
 - 1 kg de blé → 800 à 4000 l d'eau
 - 1 kg viande de bœuf → 2000 à 16000 l d'eau
 - Consommateur chinois : de 20 kg viande à 50 kg entre 1985 et 2009 (125 kg en 2002 aux USA)
- Production de biocarburants
 - 1l de bioéthanol → 1000 à 4000 l d'eau
 - Production d'éthanol a triplé entre 2000 et 2007 pour atteindre 77 milliards de litres en 2008
 - 23 % du maïs produit aux USA
 - 54% de la canne à sucre produite au Brésil
- Augmentation besoins en énergie → augmentation besoins en eau
 - Eau de refroidissement
 - Hydroélectricité : augmentation de 60% entre 2004 et 2030
 - Empreinte écologique forte
 - Déplacement de population

Le concept « empreinte hydrique »



Le concept « empreinte hydrique »

- L'empreinte en eau d'un produit ou teneur en eau virtuelle = volume d'eau utilisée à tous les stades de la chaîne de production



Le concept « empreinte hydrique »

- L'empreinte en eau d'un produit ou teneur en eau virtuelle = volume d'eau utilisée à tous les stades de la chaîne de production



1 pomme → 70 l



250 ml de bière → 75 l



125 ml de vin → 120 l



1 tasse de café → 140 l



1 hamburger → 2400 l



1 kg maïs → 900 l



1 kg blé → 1300 l



1 kg riz → 3400 l



1 kg poulet → 3900 l



1 kg porc → 4800 l

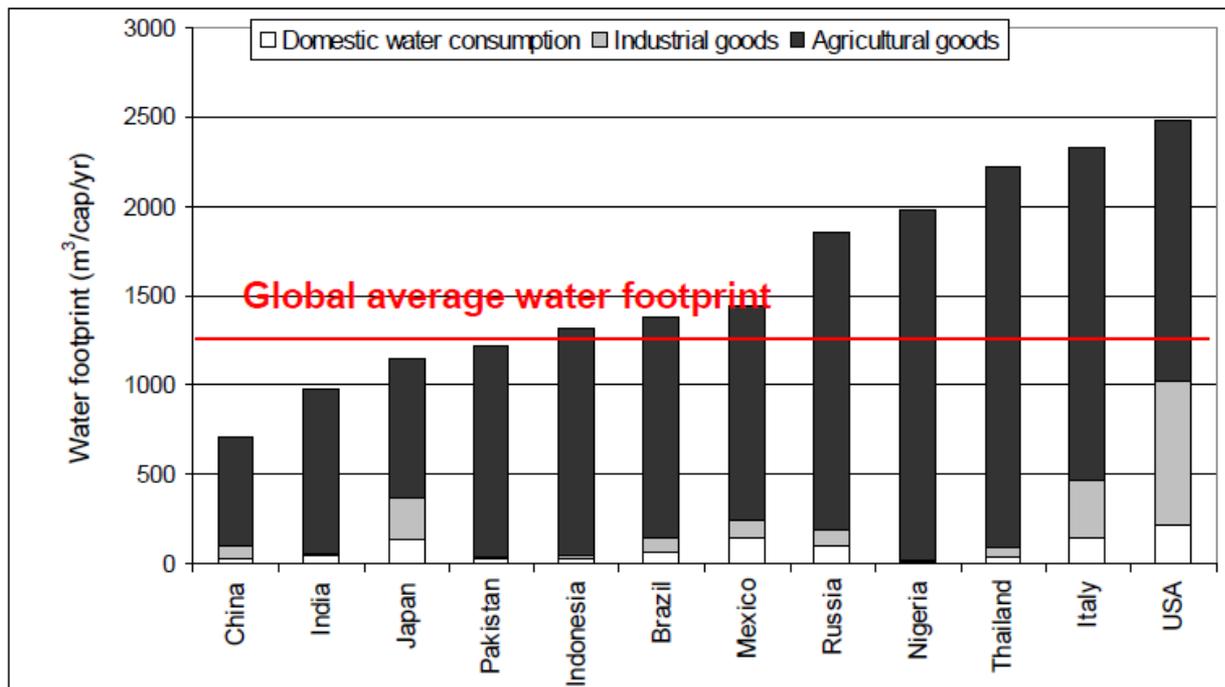


1 kg boeuf → 15 500 l

<http://www.waterfootprint.org>

Le concept « empreinte hydrique »

- L'empreinte hydrique d'un pays
= total d'eau utilisé pour produire les biens et services consommés par les habitants de cette nation



[Hoekstra & Chapagain, 2008]

Le concept « empreinte hydrique »

Water footprint components

Green water footprint
rainwater
incorporated into product



Blue water footprint
surface or groundwater
incorporated into product



Grey water footprint
water needed to assimilate pollutants



Le concept « empreinte hydrique »

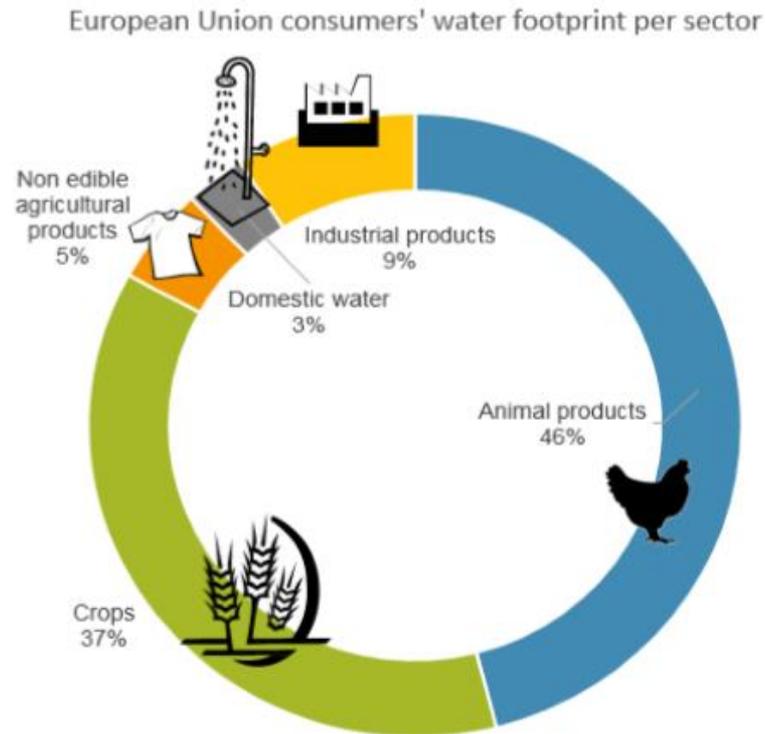
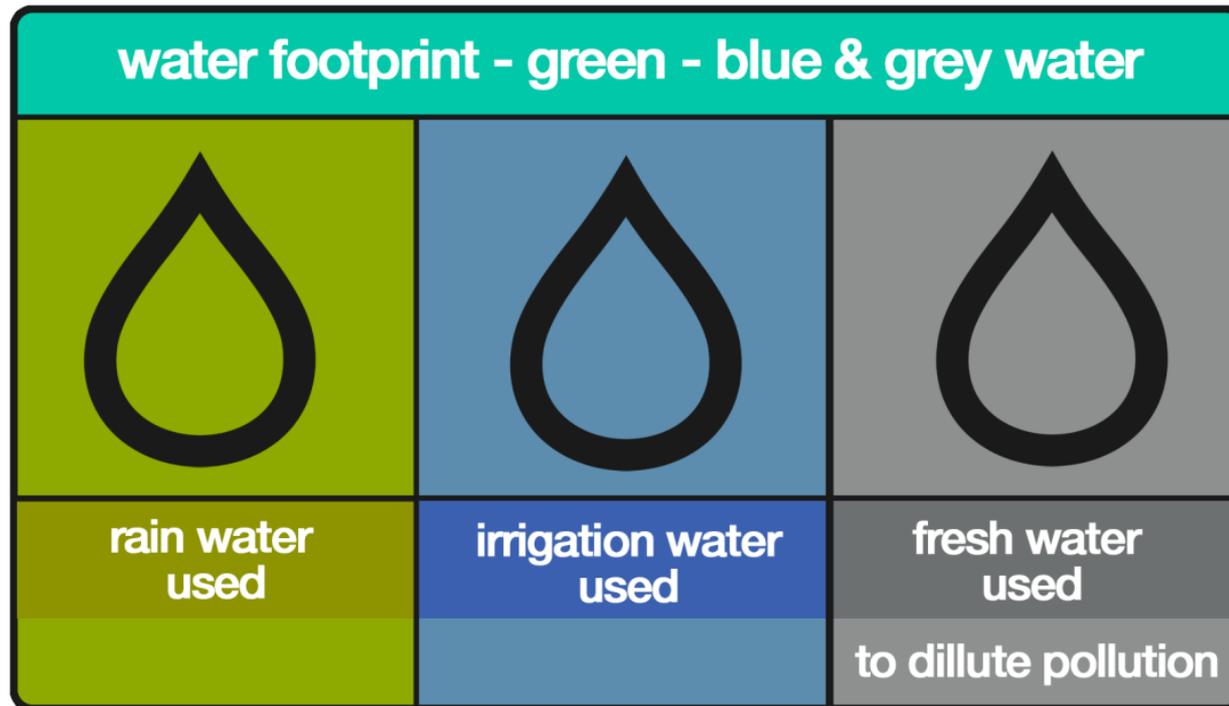


Figure 4. European Union consumers average water footprint per sector. (Source: D. Vanham, A.Y. Hoekstra, G. Bidoglio (2013). *Potential water saving through changes in European diets*. *Environment International* 61 (2013) 45–56).

Le concept « empreinte hydrique »



Le concept « empreinte hydrique »

- Pour plus d'informations :

<http://www.waterfootprintassessmenttool.org/assessment/>

Cycle naturel de l'eau

Brut.



Caractéristiques chimiques de l'eau

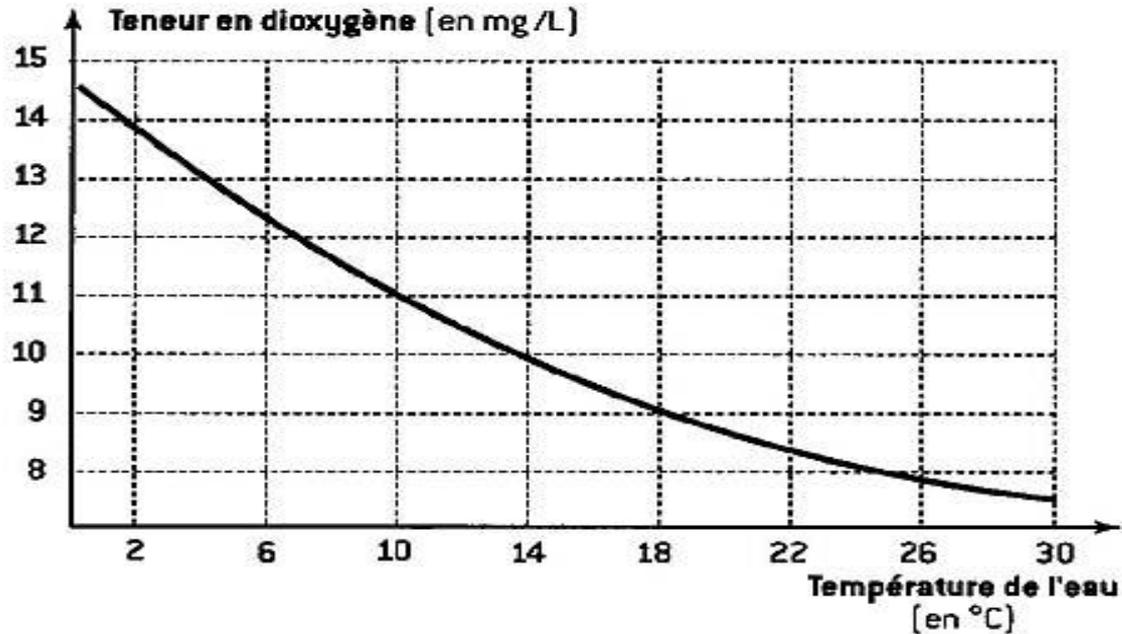
- pH → lié à la nature des roches du sous-sol
 - acide (pH<5) = quartzite, etc. → peu propice à la vie
 - neutre à basique (pH= 5-9) = calcaire, dolomie, etc.
 - grande diversité faunistique

Caractéristiques chimiques de l'eau

- Oxygène dissous

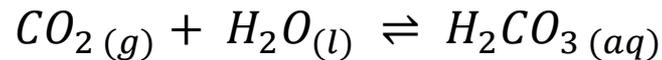
- Réactions d'oxydo-réduction

$$O_{2(g)} \rightleftharpoons O_{2(aq)}$$
$$K_H = \frac{[O_{2(aq)}]}{P_{O_2}} = 1,3 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{atm}^{-1}$$



Caractéristiques chimiques de l'eau

- **CO₂ dissous**
 - Influence le pH
 - Provient de la respiration et de la combustion
 - Permet la photosynthèse
 - Gaz à effet de serre



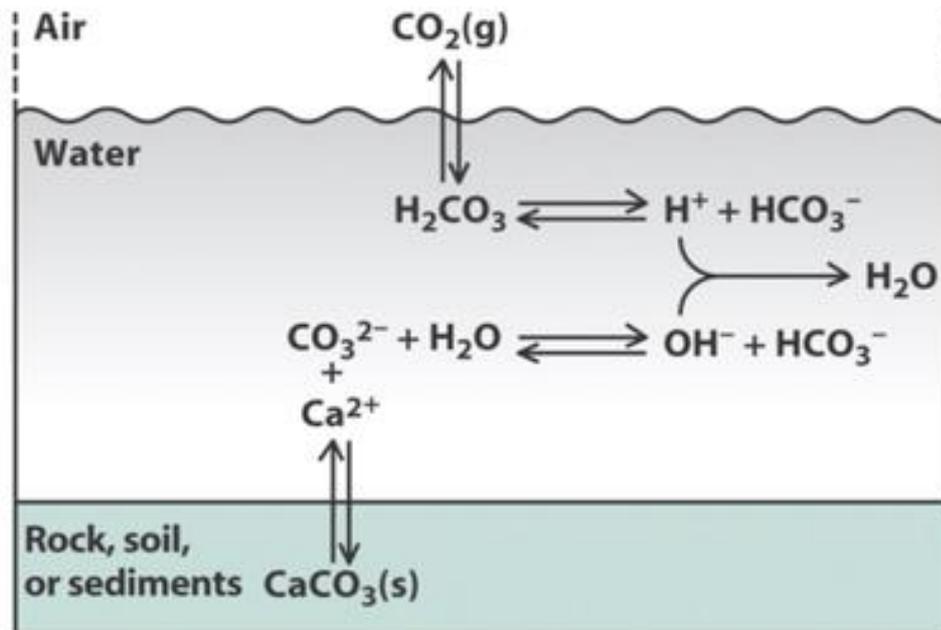
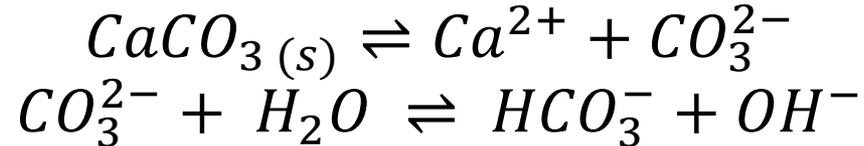
Caractéristiques chimiques de l'eau

- CO₂ dissous
 - Quelle est la quantité de CO₂ dissous dans l'eau?
 - $K_H = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$
 - $P(\text{CO}_{2,(g)}) = 390 \text{ ppm}$
 - Quel est le pH obtenu par la dissolution du CO₂ dans l'eau pure?
 - $K_a = 4,5 \cdot 10^{-7}$

Caractéristiques chimiques de l'eau

- CO₂ dissous

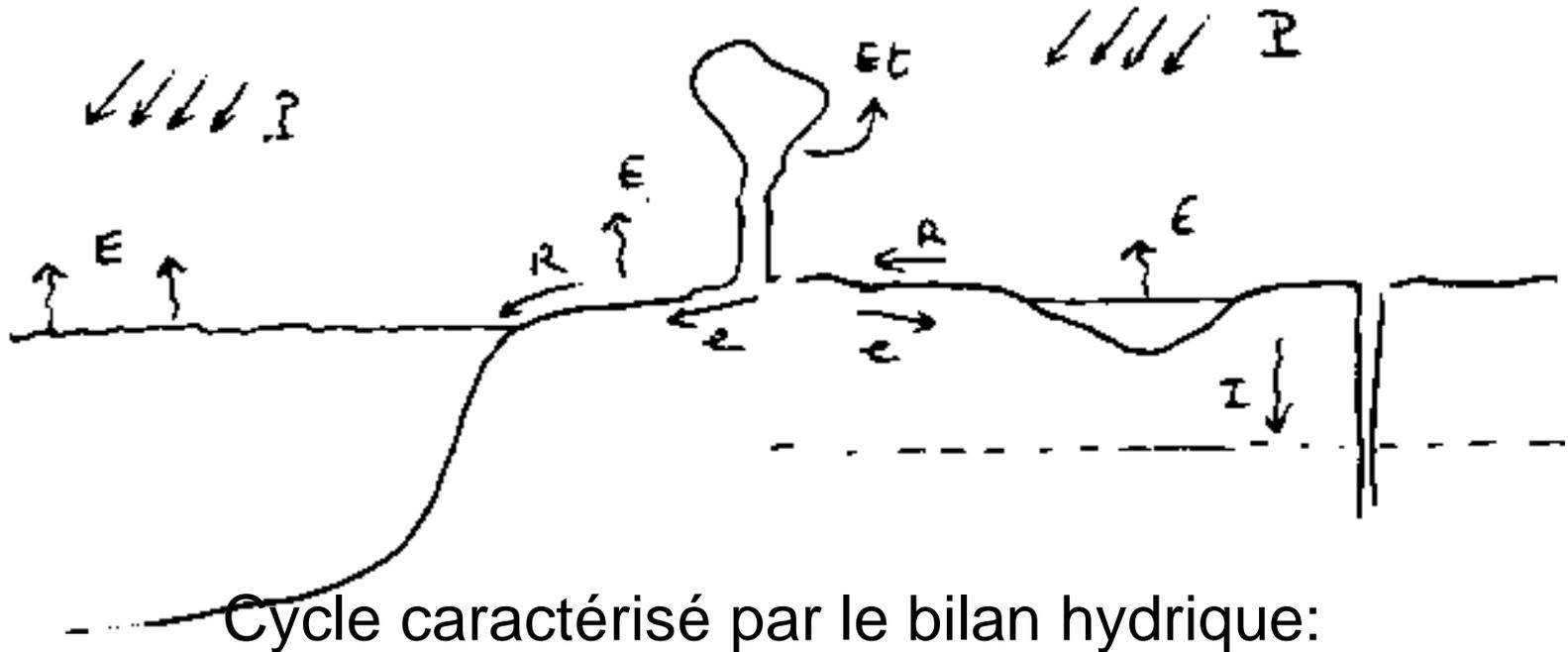
- Augmentation de l'acidité des eaux
- Ion carbonate dans les eaux provient des roches



Cycle naturel de l'eau



Cycle naturel de l'eau



Cycle caractérisé par le bilan hydrique:

$$P = E + Et + e + R + I + (F - L)$$

F = eau fixée par les organismes vivants

L = eau libérée par les individus morts

F et L en équilibre

→ négligeable

Cycle naturel de l'eau

P = précipitations

Appareil de mesure : Pluviomètre

Unité : mm d'eau (1mm eau = 1 L/m²)

E = évaporation Facteurs influençant E :- Type de sol
- Température

Et = évapotranspiration = eau transpirée par le végétal
→ Assure la montée de la sève

E + Et peut représenter une très grande quantité d'eau :

Ex: en forêt équatoriale, 1173mm évapotranspirés pour 1510 mm de précipitations
→ Importante influence des forêts sur le climat

e = écoulement hypodermique = eau qui circule dans le sol
→ Alimente les cours d'eau

Cycle naturel de l'eau

R = ruissellement = écoulement à la surface du sol via le réseau hydrographique des bassins versants

Facteurs influençant R :

- Nature du sol (argile, calcaire, sable,...)
- Pente
- Couvert végétal (rôle dans l'érosion des sols)

→ Débit de crue >< Débit d'étiage

I = infiltration Facteurs influençant I :

- Nature du sous-sol
- Couvert végétal
- Pente
- Réserves d'eau de la nappe phréatique (niveau piézométrique)



→ Phénomènes karstiques (dolines, chantoires, grottes)

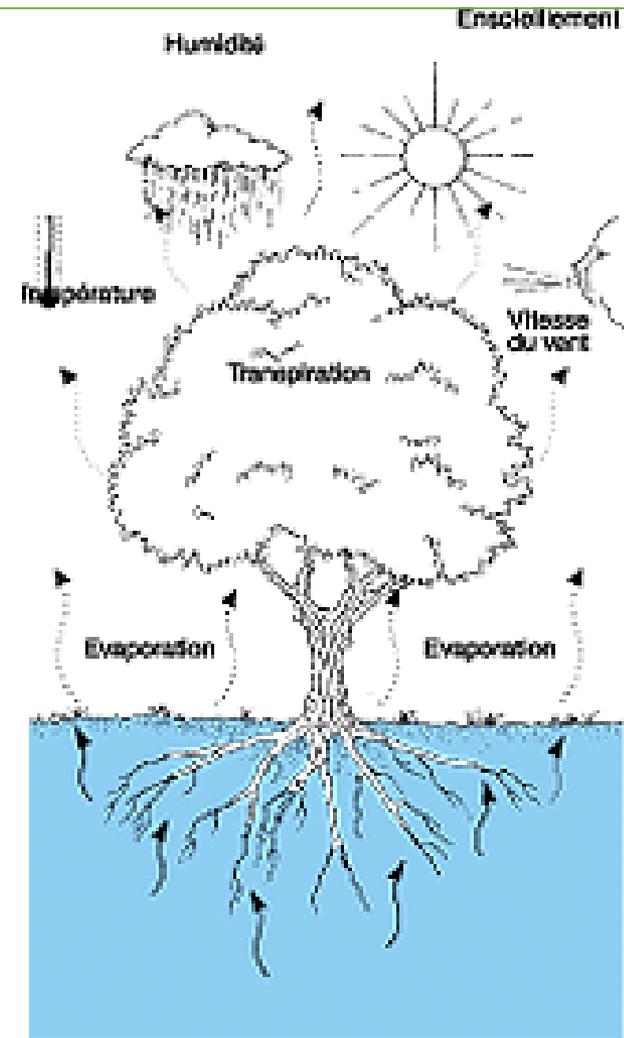
Cycle naturel de l'eau



<http://www.techno-science.net/>
Champs irrigués dans le Kansas
(vue satellite, couleurs fausses)



<http://photography.nationalgeographic.com/>



<http://www.fao.org/>
Facteurs de l'ETP
(EvapoTransPiration)

Cycle technique de l'eau

