

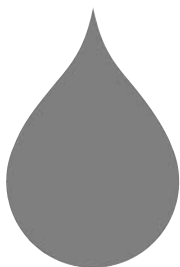
# L'eau pour tous, tous pour l'eau !



**CASDEN**  
BANQUE POPULAIRE

Conception graphique de l'exposition : *PLM2*  
Dessins : *Régis Vidal*  
Textes de l'exposition et du livret : *Christiane Sabouraud*  
Maquette du livret : *Isabelle Jones*

ISBN 978-2-84280-136-6  
© Éditions Sépia, CASDEN 2008  
[www.editions-sepia.com](http://www.editions-sepia.com) — [www.casden.fr](http://www.casden.fr)



# L'eau pour tous, tous pour l'eau !

*« De toutes les ressources présentes sur notre planète, indispensables à la vie et au développement de nos sociétés, l'eau est certainement la plus abondante et, si elle vient à manquer ou à être dégradée, celle dont la pénurie est le plus cruellement ressentie. »*

Ghislain de Marsilly

**Livret  
d'accompagnement  
de l'exposition**

# Présentation

L'exposition « *L'eau pour tous, tous pour l'eau* » réalisée par la **CASDEN Banque Populaire** comporte 12 panneaux (50 x 70 cm) pouvant se lire de façon indépendante.

Cependant, un numéro d'ordre (situé en bas à gauche de chaque panneau) vous est proposé pour une meilleure compréhension.

Chaque panneau comprend un texte générique, sur la colonne de droite, adapté à tous les publics à partir de 12 ans, ainsi que des informations périphériques complémentaires. Le « résumé » de chaque panneau figure dans un encart situé dans la photographie principale. Il est destiné aux plus jeunes.

## ***Le présent livret comprend :***

- Les textes les plus importants de l'exposition ;
- Des explications complémentaires proposant trois degrés d'informations. Le niveau 1 est plutôt destiné aux élèves du primaire, le niveau 2 (qui correspond à l'essentiel des textes périphériques) au grand public à partir de 12-14 ans, le niveau 3 est plus adapté aux lycéens ou aux étudiants.

- Deux quiz portant sur l'ensemble de l'exposition : le premier est destiné aux plus jeunes (élèves du primaire), le second est pour tous publics. Le but de ces quiz est d'aider à la réflexion et de renforcer le plaisir de la découverte.

Les réponses aux quiz ont été regroupées pour permettre au lecteur de chercher par lui-même dans un premier temps. Les réponses renvoient aux panneaux dans lesquels se trouve la réponse.

Chaque page de ce livret comporte une double numérotation : en haut, il s'agit du numéro du panneau et en bas de la page, du folio du livret.





# L'eau sur Terre : des chiffres terribles

*Cette eau fraîche de tous les jours,  
de nos plaisirs, de notre santé, est  
source de joies et de vie mais pensons  
au milliard d'hommes, femmes et  
enfants qui n'ont pas accès à l'eau  
potable.*







## Niveau 1

**O**n dit qu'un Français consomme plus de 150 litres d'eau par jour...

Pas moi ! ce n'est pas possible ! plus de 100 bouteilles d'eau alors que je n'en bois même pas une !

Tu oublies que tu manges une soupe, des purées, des petits pois en conserve... Pour laver et faire cuire les légumes, il faut de l'eau (environ 20 litres par jour et par personne).

Tu oublies que le bœuf de ton beefsteak ou le poulet dont le blanc est délicieux, ont bu et mangé des céréales... arrosées ! et qu'il faut laver les assiettes puis le carrelage de la cuisine !

Tu oublies ta toilette (10 litres par jour au lavabo, 150 litres si tu prends un bain), tu oublies la lessive de ton linge (40 litres par lavage dans le lave-linge), la chasse d'eau des WC (10 litres à chaque fois) et aussi l'eau de l'usine qui a fabriqué tes jouets et celle de la piscine !

Tout cela fait environ 150 à 200 litres pour toi. Cela te paraît bien normal puisque tu ne gaspilles rien.







## L'eau pour tous, tous pour l'eau

Alors réfléchissons à un autre enfant de ton âge qui vit en Afrique. Lui, il vit avec 10 fois moins ! Et parfois il en a tellement peu, qu'il meurt.

### Niveau 2

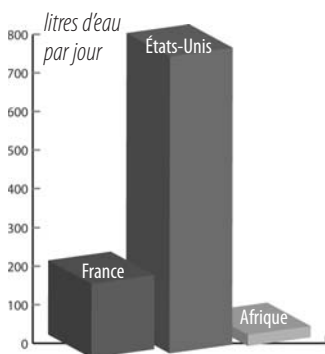
#### *L'eau « invisible » que je consomme*

	<b>1000</b> litres d'eau pour fabriquer 1 kilo de pain (en comptant la culture du blé)
	<b>15 000</b> litres pour produire 1 kilo de bœuf
	Jusqu'à <b>500</b> litres d'eau pour fabriquer 1 kilo de papier (mais seulement <b>1 à 10</b> litres pour fabriquer 1 kilo de papier recyclé).
	La fabrication d'une voiture nécessite <b>120 000</b> litres d'eau.

Pour bien comprendre la consommation de l'eau, il faut prendre en compte tous les éléments : arrosage des céréales, eau nécessaire à l'industrie (industrie chimique, production de fibres synthétiques : 34,3 % ; industrie du papier et du carton : 12,6 % ; métallurgie : 7,7 % ;

parachimie et industrie pharmaceutique : 7,7 %). En fait, l'eau que nous buvons n'est qu'une infime partie de l'eau que nous utilisons.

### ***Quelques consommations moyennes d'eau (à domicile) dans le monde :***



- Un Français consomme environ **150 à 200** litres d'eau par jour.
- Un Américain des États-Unis consomme entre **400 et 800** litres.
- Un Africain n'utilise que **30** litres.

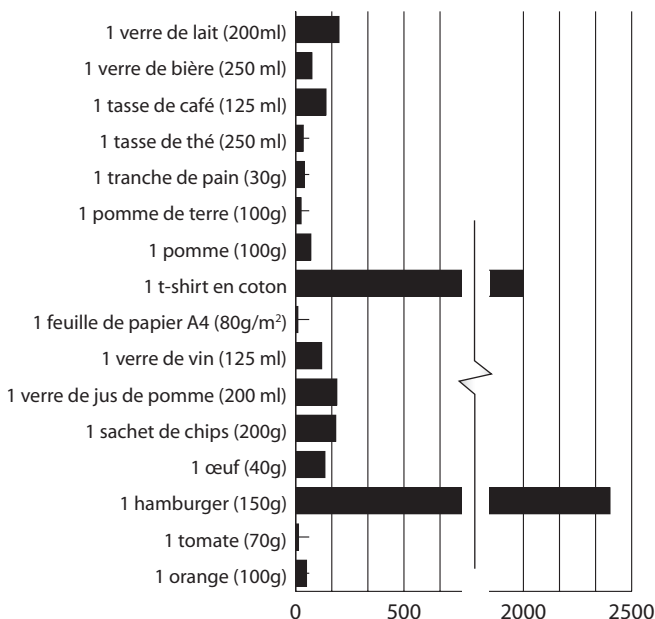
La disparité est flagrante entre les pays riches et ceux qui connaissent des climats arides. Cette injustice se retrouve parfois au sein d'un même pays : il ne faut donc prendre ces chiffres que comme des moyennes.



## L'eau pour tous, tous pour l'eau

### Niveau 3

Moyenne mondiale d'eau consommée  
pour la fabrication de quelques produits  
(litre d'eau/unité de produit)



Source : Rapport Hoekstra, Chapagain, UNESCO, 2007

## La consommation d'eau sur un siècle

	1950	2000	Prévisions pour 2050
Population (en milliards d'habitants)	2,542	6,181	9,200
Surfaces irriguées (en millions de km <sup>2</sup> )	101	264	331
Prélèvements agricoles (en km <sup>3</sup> /an)	1 080	2 605	3 283
Consommation réelle (agriculture, en km <sup>3</sup> /an)	722	1 834	2 309
Prélèvements industriels (en km <sup>3</sup> /an)	204	776	875
Consommation réelle (industrie, en km <sup>3</sup> /an)	19	88	116

Source : Rapport de l'Académie des Sciences, 2006.

L'augmentation de la population mondiale va entraîner une très forte augmentation de la consommation d'eau. Or les surfaces irriguées ne sont pas extensibles à l'infini. Les prévisions pour 2050 sont inquiétantes, d'autant plus si on utilise ces surfaces pour produire des biocarburants.

## Les inégalités géographiques

Neuf pays peuvent profiter de 60 % des ressources naturelles renouvelables d'eau douce du monde : le Brésil, la Russie, les États-Unis, le Canada, la Chine, l'Indonésie, l'Inde, la Colombie, le Pérou.



## L'eau pour tous, tous pour l'eau

### ***Les besoins vitaux en eau***

L'effort physique provoque la transpiration (jusqu'à 1 à 2 litres par heure) et régule la température. Soufflez sur une glace froide... vous constaterez que vous expirez un air saturé d'eau. Cette sortie en continu représente jusqu'à un demi litre d'eau par jour.

Les reins expulsent 1 à 1,5 litre d'eau par jour (sous forme d'urine).

Excrétion, respiration...

Un homme doit absorber l'équivalent de 2,5 litres d'eau par jour, en climat tempéré, jamais moins de 1,2 litre sans activité physique. Mais, sous un climat chaud, un travailleur de force ou un sportif peut absorber 10 litres d'eau en une journée.

Si l'homme peut stocker le sucre ou les graisses, il gère l'eau au fur et à mesure de sa vie et quand il subit une déshydratation correspondant à 7 % de son poids, l'hospitalisation est urgente ; seule la femme enceinte stocke de l'eau en buvant beaucoup pour hydrater aussi son bébé.

### ***La soif***

Cette sécheresse de la bouche et de la gorge est le signal d'un manque d'eau : la soif apparaît dès que la déshydratation atteint 2 % du poids. Alors, le volume sanguin

diminue, le chlorure de sodium est plus concentré dans les liquides cellulaires, par osmose, la salinité des liquides extra-cellulaires augmente ; cette variation du plasma influence l'hypothalamus, dans le cerveau, le signal de la soif est déclenché. Même si, alors, la fabrication de l'urine diminue, il faut boire et manger pour se réhydrater.

Mais les capteurs de la muqueuse de la bouche et du pharynx ne réagissent pas assez vite : ils retardent la sensation de soif : quand elle arrive, on est déjà déshydraté. Par ailleurs, ils sont satisfaits avec quelques gorgées d'eau alors que le corps n'a pas encore reçu son dû d'eau.

Conclusion : il ne faut pas attendre d'avoir soif pour boire !







2

Terre, planète  
exceptionnelle :  
bleue !

*La planète Terre est la planète Eau : l'eau,  
venue de l'espace, a permis l'apparition  
de la vie et lui est toujours indispensable.  
Les océans couvrent 75 % de la surface  
terrestre de la planète dite, bleue.*



L'eau existe dans l'univers, des chercheurs la traquent même hors du système solaire. Dans l'état actuel de nos connaissances, on peut dire avec certitude qu'il n'y a de l'eau sous forme liquide, solide et gazeuse que sur notre planète.

## Niveau 1

L'eau vient de l'espace et elle est restée sur notre planète. Quand la planète s'est formée, il y a plus de 4 milliards d'années, les minuscules parties de gouttes d'eau (que les scientifiques appellent « molécules ») ont été emprisonnées dans les roches avant d'être expulsées lors de gigantesques éruptions volcaniques. Cela a déclenché des pluies incroyables pendant des millions d'années. Pendant tout ce temps, des milliards de petites météorites de glace sont tombées sur la Terre en provenance de l'espace. Tout cela a formé les mers et les océans.

L'eau des mers et des océans est restée à la surface de la Terre. Cette couche d'eau représente les trois quarts de la surface du globe mais les océans n'ont une profondeur que



## L'eau pour tous, tous pour l'eau

de 12 kilomètres au maximum, ce qui a fait dire à un grand scientifique français, Paul-Émile Victor :

*« Si la Terre avait la grosseur d'une orange – d'une grosse orange – toute l'eau du monde ne serait représentée sur cette orange que par une minuscule goutte d'eau déposée délicatement à l'aide d'un compte-goutte »*

### **Les eaux de la Terre, chiffres et proportions**

La Terre contient surtout de l'eau salée (97,5 %). Le reste – l'eau douce – ne représente donc que 2,5 %. Les plus grosses réserves d'eau douce sont d'abord les glaciers et les neiges éternelles des hauts sommets montagneux. On capte aussi l'eau douce qui est souterraine.

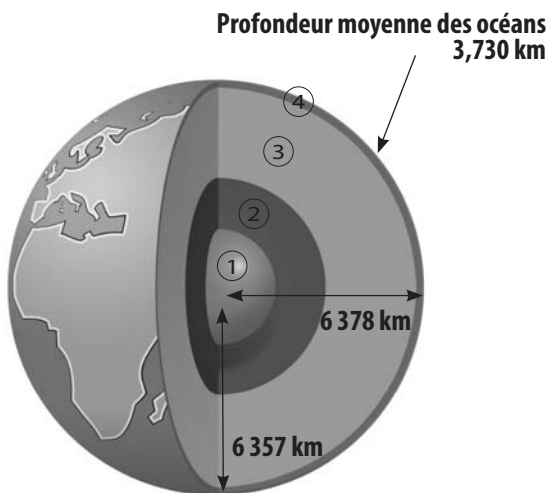
Les lacs et rivières ne représentent qu'une infime partie de l'eau douce de la planète.

### **Niveau 2**

On dit que la planète Terre est la planète bleue parce que, vue de l'espace, la partie couverte par les mers et les océans est très importante. Mais il ne faut pas oublier que, si les océans recouvrent environ les trois quarts de la surface de la Terre, leur profondeur moyenne n'excède pas 3,73 kilomètres. Le rayon de la Terre, à l'équateur, étant de 6 378

kilomètres et, aux pôles, de 6 357 kilomètres, la pellicule d'eau à la surface de la Terre est donc bien mince.

Vous voyez également sur le dessin que le centre de la Terre est coloré en gris : en effet, le noyau de notre planète est constitué de fer et non pas de lave en fusion comme on le croit trop souvent. Lorsque les volcans rejettent la lave, celle-ci ne provient que de quelques kilomètres seulement de la surface.



- ① Graine ou noyau solide
  - ② Noyau liquide
  - ③ Manteau solide (2 900 km)
  - ④ Lithosphère (100 km)
- noyau (3 370 km)



### ***L'eau et la vie sur Terre***

Dès que la température sur Terre fut assez basse, des algues microscopiques sont apparues : ce furent pendant 4 milliards d'années les seuls occupants de notre planète. Puis, apparurent des sortes d'« animaux-plantes » gélatineux.

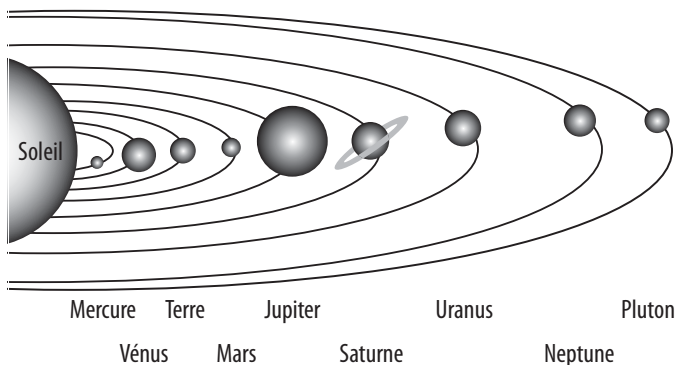
Il n'y a que 400 millions d'années que les animaux et les plantes, gérant leur eau interne, ont pu s'adapter à l'air libre.

### **Niveau 3**

#### ***L'eau et les autres planètes du système solaire***

Il y a 4,56 milliards d'années toutes les planètes du système solaire se sont formées et ont possédé de l'eau. Mais l'histoire de cette eau dépend de la distance de la planète par rapport au Soleil et de sa dimension. On distingue dans l'ordre croissant de leur distance au Soleil :

- les planètes rocheuses ou telluriques, les plus proches du Soleil : Mercure, Vénus, la Terre puis Mars ;
- les grandes planètes gazeuses plus éloignées : Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.



**Mercure**, la plus proche du Soleil, est très chaude (température moyenne :  $167^{\circ}\text{C}$ ) et trop petite pour que la gravité ait retenu une atmosphère importante. Mercure pourrait conserver un peu de glace au fond de ses cratères toujours à l'ombre.

**Vénus** est plus proche du Soleil que la Terre. Son atmosphère contient, comme celle de la Terre, du  $\text{CO}_2$  et de la vapeur d'eau, gaz à effet de serre. L'eau fut massivement vaporisée par cette chaleur (température de surface :  $477^{\circ}\text{C}$ ) ; aujourd'hui, la quantité de vapeur d'eau restante



## L'eau pour tous, tous pour l'eau

est faible (si elle était liquide, elle formerait seulement une couche de 20 cm d'épaisseur à la surface de la planète).

Contrairement aux autres planètes, la **Terre** a eu de la chance. Suffisamment massive, sa gravité lui a permis de retenir son eau. Et jouissant d'une position privilégiée dans le système solaire, ni trop près, ni trop loin du Soleil, sa température moyenne est de 15°C, une majeure partie de son eau a donc pu rester liquide.

**Mars** est une planète aride, balayée par les tempêtes de poussières, plus éloignée du Soleil que la **Terre**. Mars aurait été très riche en eau liquide, au début de son histoire ainsi qu'en témoignent ses spectaculaires ravins. Mais, sans que les chercheurs sachent pourquoi, elle a perdu toute son atmosphère et s'est alors refroidie. Son eau liquide a disparu : la température moyenne de -40°C et la faible pression atmosphérique lui interdisent d'avoir de l'eau en surface. La sonde Mars Express, lancée en 2003 par l'ESA (Agence Spatiale Européenne), a détecté au pôle nord une couche de glace d'eau très pure épaisse de 1 à 2 kilomètres. Il est possible qu'une partie de cette eau soit encore présente à l'état gelé dans le sol martien.

Au-delà de Mars, les planètes volumineuses que sont Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune sont moins bien connues : elles contiennent en profondeur de la vapeur



d'eau et des nuages de glace d'eau, identifiés sur Jupiter par la sonde Galileo. Il est probable qu'elles renferment de la glace. Les anneaux de satellites de ces planètes géantes contiennent beaucoup de glace d'eau. Un des satellites de Jupiter, Europe, pourrait renfermer, sous sa croûte de glace superficielle, de grandes quantités d'eau liquide.







3

**Le cycle de l'eau :  
il ne tourne pas  
toujours rond !**

*Évaporation des mers, pluies, évaporation continentale... circulation en surface, infiltration en profondeur avant le retour à la mer. C'est ainsi que l'eau douce se fabrique à partir d'eau salée.*



## Niveau 1

**I**l pleut souvent en France dans certaines régions, dans d'autres régions il pleut moins souvent mais très fort. Et depuis toujours de l'eau tombe du ciel et il en tombera toujours ! D'où vient-elle ? Y a-t-il un immense bassin d'eau dans le ciel ?

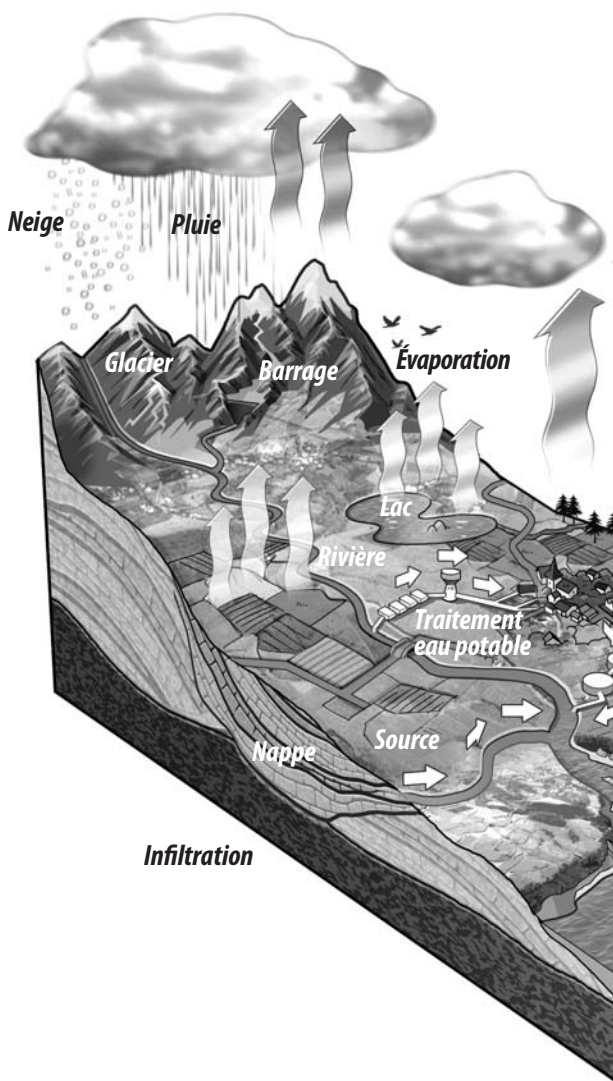
C'est tout un jeu de piste.

Commençons par regarder la mer : quand il fait chaud, de l'eau s'évapore de la mer (c'est comme cela qu'un tee shirt mouillé sèche au soleil). L'eau liquide de la mer devient un gaz invisible dans l'air, c'est la vapeur d'eau.

Suite des aventures de l'eau :

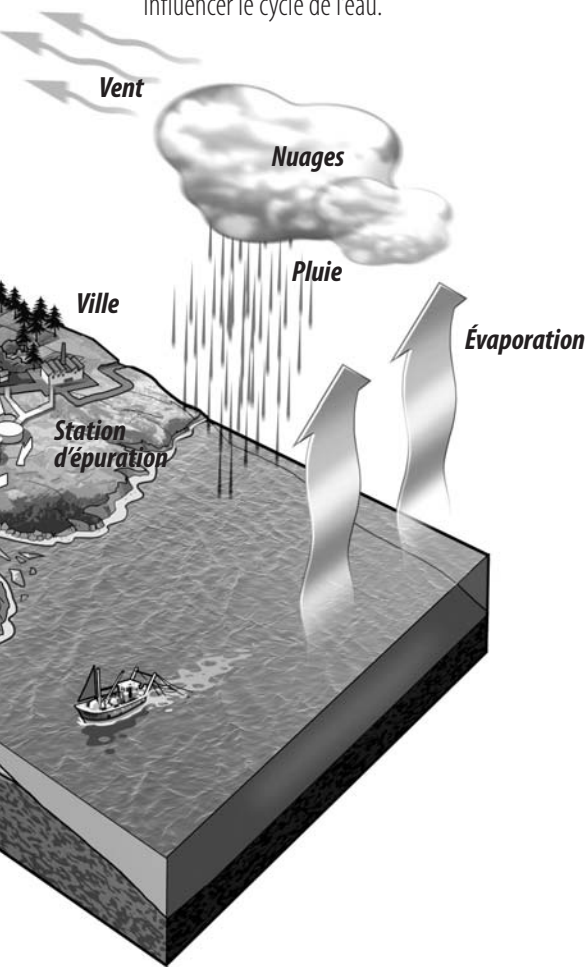
Quand la vapeur d'eau de l'air va dans une région froide du ciel, hop ! Elle se transforme en petites gouttes d'eau liquide. Des milliards de milliards de gouttes se regroupent en nuages blancs dans le ciel.

Quand les gouttes grossissent, elles tombent et il pleut. S'il fait très froid, il neige.



## Le cycle de l'eau

Les zones irriguées favorisent les pluies. Par contre, la déforestation entraîne une aridification. L'homme peut donc bien influencer le cycle de l'eau.





## L'eau pour tous, tous pour l'eau

Vous connaissez bien la suite du jeu de piste : l'eau des pluies et de la neige tombe sur le sol, coule dans les rivières. Une partie s'enfonce dans le sol.

Devinez où vont les rivières.

Vous avez trouvé... dans la mer ! Et on recommence l'histoire au début. L'eau tourne en rond, de la mer à la pluie, etc. C'est pour cela que l'on appelle ce jeu de piste le « cycle de l'eau ».

### Niveau 2

#### ***Disparités régionales***

Les régions qui manquent le plus d'eau sont situées sur les tropiques : régions arides des grands déserts de l'Afrique du Nord et du Sud, de l'Australie et du Moyen-Orient. L'évaporation y est très forte et les précipitations exceptionnelles. Au centre de l'Asie également les précipitations sont faibles en hiver et l'évaporation forte en été.

Toutes les autres régions du globe ont des bilans satisfaisants. Les régions les plus favorisées sont les régions tempérées et intertropicales.

### Niveau 3

#### ***L'évapotranspiration***

Ce phénomène s'effectue à partir des sols mouillés et à partir des plantes. Le moteur de l'évapotranspiration est le



Soleil qui fournit au sol et aux feuilles la chaleur transformant l'eau liquide en vapeur.

Les racines extraient de l'eau, même si le sol est relativement sec, par succion osmotique (l'eau douce est attirée par la sève très minéralisée). C'est pour cela qu'on trouve des plantes dans les déserts. Arrivée aux feuilles, une partie de l'eau s'évapore et une partie participe à la photosynthèse chlorophyllienne.

Tant qu'il y a de l'eau dans le sol, la plante évapore autant qu'elle le peut : une forêt transpire autant qu'une prairie. Les racines du blé descendent à environ 1 mètre, celles de la luzerne à 3 mètres. Des arbres en zone aride vont chercher l'eau jusqu'à plusieurs dizaines de mètres.

### ***Le cycle de l'eau, c'est aussi l'histoire des roches***

**L'eau tombe en pluies** : elle érode les sols, déplace les éléments meubles, sables, argiles. Elle altère les roches, déchausse les cristaux, dissout les minéraux, transforme, par exemple, les feldspaths (minéral à base de silice, un des principaux constituants du granite) en argiles...

- **L'eau ruisselle** : du haut des montagnes jusqu'à la mer, de torrents en rivières, les produits de l'altération, de l'érosion sont transportés vers les points bas pour se jeter dans les mers.



### L'eau pour tous, tous pour l'eau

- **L'eau s'accumule** : dans les lacs, les rivières, la mer, les sables, les galets, l'argile se dépose. Les débris des êtres vivants aussi. Ce sont ces accumulations de sédiments qui constituent tout simplement la sédimentation.
- **L'eau s'évapore** : alors naissent le sel des marais salants, le gypse de certains déserts, les travertins des cascades pétrifiantes.
- **L'eau s'infiltre** : elle dissout plus ou moins, selon leur nature, les roches traversées. Elle se charge alors de nombreux produits chimiques tels que le carbonate de calcium qu'elle redépose ailleurs. Le carbonate de calcium va cimenter les sédiments qui deviennent des roches (diagenèse). Mais quand l'eau infiltrée plus profondément est réchauffée, elle se charge de tous les éléments possibles et va participer à la naissance de cristaux, parfois très beaux. Elle peut concentrer les métaux en gisements précieux, elle participe au métamorphisme des roches profondes et, parfois, lorsqu'elle parvient à proximité d'une poche de magma, l'eau paisible peut déclencher une éruption volcanique des plus violentes !



4

L'eau douce,  
une ressource  
très particulière

*Les fleuves, les lacs, les glaces et les nappes d'eau souterraines sont les gisements de cette ressource naturelle. L'eau est plus précieuse, plus fragile que le pétrole, elle n'est pas un confort, elle est VITALE.*



## Niveau 1

**N**ous creusons la terre pour trouver de nombreux produits très importants : le fer, le charbon, l'or, le cuivre, le pétrole : ce sont des ressources. Savez-vous que l'on creuse aussi dans la Terre pour avoir de l'eau ? L'eau est tellement importante pour notre vie — bien plus que l'or et le pétrole — que, quand les rivières ne suffisent pas ou qu'elles sont sales, on va chercher de l'eau pure sous la terre.

On ne fait pas de gros trous, on « fore » en enfonçant un tuyau. Le tuyau va jusqu'à la nappe d'eau. Grâce à son cycle (voir panneau 3) l'eau s'est enfoncée dans le sol et en-dessous. Elle est dans les grains des roches comme l'eau dans le sable mouillé ; elle forme une nappe. L'eau dans les grains des roches est très propre : elle est filtrée par les grains. Mais il faut faire attention à ne pas salir la surface du sol, sinon les saletés s'enfonceront dans la terre avec l'eau.

Dans les grottes, on visite parfois des rivières et des lacs souterrains. Si l'eau est propre (si elle n'a pas été polluée par des infiltrations), c'est aussi une ressource utile.



### Niveau 2

#### *Carte surprenante des ressources en eau*

L'eau douce est très inégalement répartie dans le monde.

Stock d'eau douce de la planète. Quantité et distribution par région	Eau souterraine (km <sup>3</sup> )	Zones humides, lacs, réservoirs et fleuves (km <sup>3</sup> )	Glaciers et calottes polaires (km <sup>3</sup> )
Amérique du Nord	4 300 000	27 003	90 000
Amérique du Sud	3 000 000	3 431	-
Europe	1 600 000	2 529	18 216
Asie	7 800 000	30 622	60 984
Australie	1 200 000	221	180
Afrique	5 500 000	31 776	-
Groenland	-	-	2 600 000
Antarctique	-	-	30 109 800

L'Afrique, paraissant si sèche, dispose de réserves en eau considérables. Le Groenland et l'Antarctique sont d'immenses réserves en eau douce.

### ***Une ressource fantasque en France***

Une politique de sensibilisation du public à ce problème se met en place car les sécheresses sévissent parfois : 2003, 2005, 2006... Une série noire qui va se poursuivre ? Difficile à savoir.

En 2005, 77 départements ont subi des restrictions d'usage, et à Flayosc, en Provence, le maire s'est fâché : certains de ses administrés (20 % d'inciviques !) continuaient malgré les restrictions à arroser leurs pelouses. Des coupures d'eau tournantes ont gêné les particuliers. Ils sont revenus à la raison et l'eau est retournée dans le réservoir !

Belle-Île-en-Mer, une île de Bretagne du Sud, a été, en 2005, ravitaillée à partir du continent car il n'était tombé que 50 % des pluies moyennes : il a fallu faire venir 100 000 m<sup>3</sup> d'eau par bateau représentant 2,6 millions d'euros !

Conclusion : à la ressource naturelle va désormais s'adjoindre une ressource « artificielle » par dessalement de l'eau de mer.



### Niveau 3

#### ***La vie des gisements***

Les nappes sont alimentées par les pluies d'hiver appelées par les hydrogéologues « pluies efficaces » car alors l'évaporation est faible. En été, leur niveau baisse car l'eau s'évapore plus vite. La nappe suit les pentes puis sort à l'air libre pour alimenter une source ou une rivière.

Lorsque l'eau circule vite dans les galeries calcaires, elle peut être renouvelée ou polluée en quelques jours. Si elle passe entre les cristaux des roches, elle circule si lentement qu'il faut des centaines, voire des milliers d'années pour son renouvellement.

#### ***Différences de roches, différences d'aquifères***

Le granite est une roche massive, l'eau ne peut y être présente que dans des fissures : elle est difficile à repérer et à pomper. Dans les calcaires massifs, l'eau creuse des avens, des rivières souterraines où l'eau circule rapidement. Dans les roches poreuses (grès, alluvions), l'eau est présente dans les pores et les petites fissures.

#### ***Différents types de gisements***

Quand le sous-sol au-dessus de la nappe est perméable, l'eau peut toujours l'imprégner davantage, la nappe



est dite *libre* car son niveau peut monter ou baisser. Les nappes situées entre deux couches imperméables sont dites *captives* car leur niveau ne peut monter dans un sol imperméable. Elles se renouvellent plus lentement que les nappes libres.

Certaines nappes contiennent des eaux très anciennes infiltrées depuis 6000 ans, dernière période humide du Sahara. Depuis, le climat étant aride elles ne se renouvellent pas : elles sont *fossiles*.

### ***Il y a « pluie » et « pluie » pour recharger les nappes !***

Supposons un hiver pluvieux : une faible pluie va humecter le sol, de nouvelles pluies vont augmenter le taux d'humidité : un m<sup>3</sup> de terre peut contenir 50 à 150 litres d'eau. Les plantes vont utiliser cette réserve dès le printemps et l'épuiser s'il ne pleut plus.

Si cet hiver est vraiment très pluvieux, le sol, saturé, ne peut plus en stocker davantage ; l'eau va descendre très lentement jusqu'à la nappe souterraine : ces pluies ont été efficaces et les nappes se rechargent ainsi en hiver. Mais s'il pleut trop, les eaux ruissellent sur le sol gorgé d'eau et cette eau est perdue pour les nappes.

Si l'hiver est sec, l'année est perdue pour la nappe. Si les pluies se font attendre jusqu'au printemps, la végétation



## L'eau pour tous, tous pour l'eau

sera très active et demandeuse d'eau. Les plantes épuisent alors l'eau du sol et empêchent l'infiltration profonde : la végétation se développera mais les pluies ne rechargeront pas la nappe.

C'est ainsi qu'après un hiver trop sec et un été « pourri », c'est aussi un été « pourri » pour les nappes. Mais cependant, et c'est un avantage, les cultures auront moins besoin d'irrigation, ménageant ainsi la ressource. Un été trop sec peut être sans problème pour les nappes, s'il y a eu une bonne recharge hivernale.

Le remplissage des nappes est donc décalé par rapport à la saison pluvieuse, elles peuvent supporter quelques années sans recharge, mais leur écoulement au niveau des sources peut se tarir. La majeure partie des eaux souterraines aboutit dans les rivières et constitue leur « débit de base » qui est leur débit naturel lorsqu'il ne pleut pas. Les nappes régularisent au cours des ans notre stock d'eau. Leur fonctionnement est compliqué, c'est la science des hydrogéologues.

En France, les SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) identifient les aquifères dont la gestion est prioritaire.



5

L'eau utilisable,  
l'eau utilisée,  
l'eau gaspillée...

*Notre eau vitale, douce et disponible représente seulement 0,01 % de l'eau globale. Bien sûr, ce sont déjà des volumes énormes mais ils ne sont pas répartis équitablement ni dans les pays ni au cours des saisons.*



## Niveau 1

**N**ous allons maintenant aborder des nombres tellement grands qu'il te faudra faire beaucoup d'efforts pour les imaginer.

Imagine un cube qui mesure 1 kilomètre de côté. Dedans, il y a mille milliards de litres, si on le remplit d'eau. Sur la Terre, il y a presque 1,5 milliard de cubes d'un kilomètre de côté !

On ne peut pas l'écrire en chiffres ! On ne peut même pas l'imaginer. Mais l'eau douce, celle qui est directement utilisée par l'homme ne représente que 35 millions de kilomètres cubes. L'agriculture en consomme une grande partie. En réalité, les hommes en gaspillent beaucoup puisqu'on a calculé que la moitié de l'eau douce ne servait pratiquement à rien. D'ailleurs, quand tu te laves les mains ou que tu prends une douche, il y a beaucoup d'eau qui part sans même que tu l'aies touchée ! En Afrique, ils ont moins d'eau ; alors, ils l'économisent beaucoup plus.



### Niveau 2

#### ***L'échelle de l'injustice***

L'eau est vraiment très inégalement répartie dans le monde et même au sein d'un même pays (l'Italie du Nord, par exemple, est plus arrosée que la région des Pouilles, tout au Sud !). Certains en profitent jusqu'à la gaspiller. D'autres sont en carence très nette.

Les volumes d'eau disponibles par personne et par an, quelle que soit leur utilisation, sont des indicateurs de situation de confort, de vulnérabilité, de stress ou de carence absolue.

- Au-dessus de 2 500 m<sup>3</sup> par personne et par an, il n'y a aucun problème (la France dispose de 3 000 m<sup>3</sup>) ;
- Entre 2 500 et 1 700 m<sup>3</sup> les hommes sont en vulnérabilité hydrique ;
- Entre 1 700-1 000 m<sup>3</sup>, le corps est en état dit de « stress hydrique » (dans certaines régions du Mali, du Niger ou de la Syrie, de l'Irak, par exemple) ;
- Entre 1 000-500 m<sup>3</sup>, le corps est en état de carence ;
- Au-dessous de 500 m<sup>3</sup>, c'est la carence absolue (ces deux dernières catégories touchent 470 millions de personnes dans le monde, essentiellement dans les pays tropicaux).

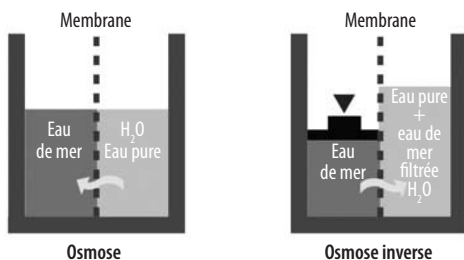
## Niveau 3

### Dessaler l'eau de mer

L'évaporation le fait naturellement : seule la molécule d'eau se transforme en vapeur, les sels restent dans la mer.

La désalinisation industrielle :

- **La distillation** : évaporation de l'eau de mer, grâce au soleil ou dans des chaudières. La vapeur s'échappe. Condensée, elle fournit des gouttelettes d'eau.
- **L'osmose inverse** : l'eau de mer est filtrée et désinfectée. Puis, sous forte pression, elle circule à travers des filtres qui ne laissent passer que les molécules d'eau. L'eau ainsi « fabriquée » est reminéralisée avant consommation.



**Osmose** : le solvant ( $H_2O$ ) va de la solution diluée vers la solution concentrée.

**Osmose inverse** : une pression contraire ce mouvement.  $H_2O$  quitte la solution concentrée (mer). On recueille l'eau pure.



### ***On dessale déjà***

Quelques pays, comme le Koweït et l'Arabie Saoudite, aux très faibles ressources en eau, sont suffisamment riches pour utiliser ces procédés qui nécessitent beaucoup de pétrole.

L'Espagne a construit 20 stations de désalinisation d'eau de mer ou d'eau saumâtre ; la Grande-Bretagne purifie la Tamise. Les recherches se poursuivent pour trouver des procédés moins gourmands en énergie dont les coûts diminuent déjà.

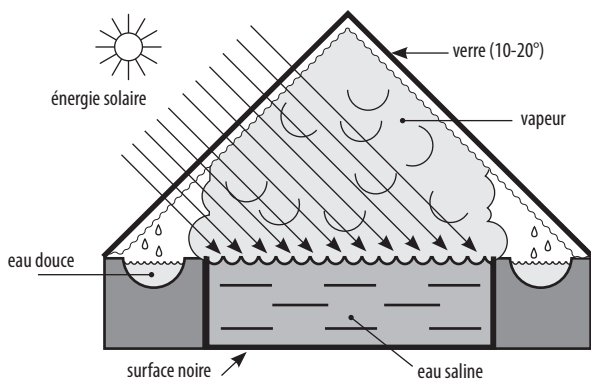
### ***Méthodes pour « fabriquer » de l'eau douce : évaporation, distillation***

Ce procédé est connu depuis l'antiquité : l'eau de mer chauffée dégage une vapeur d'eau très pure. Il existe de grosses installations de désalinisation de l'eau de mer au Qatar, en Arabie Saoudite, en Algérie, au Koweït mais elles sont très consommatrices d'énergie.

#### **La distillation solaire**

Pratiquée par les Grecs trois siècles avant J.-C., c'est le procédé le plus ancien et le plus simple. Actuellement en usage en Australie, au Cap-Vert, au Chili, en Grèce, en Inde, aux États-Unis, en Tunisie, aux Antilles, etc. Mais la productivité de cette technique est faible (4 à 5 litres par jour par m<sup>2</sup> de bassin) et donc l'installation est trop coûteuse.





Principe du distillateur serre.

D'après « Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres » Alain Maurel.

## Séparation de l'eau et des sels dissous à travers une membrane

- transfert d'ions sous l'action d'un champ électrique : c'est l'électrodialyse. Cette technique est pratiquée depuis 1960. Les cations se dirigent vers la cathode, les anions vers l'anode ; des membranes perméables aux cations ou aux anions favorisent leurs recombinaisons dans certains compartiments ; dans les autres, l'eau s'adoucit. Ce procédé, qui peut servir à éliminer les nitrates, est utilisé aux États-Unis, en Italie, en Israël, en Grèce, en Algérie, à Taïwan.



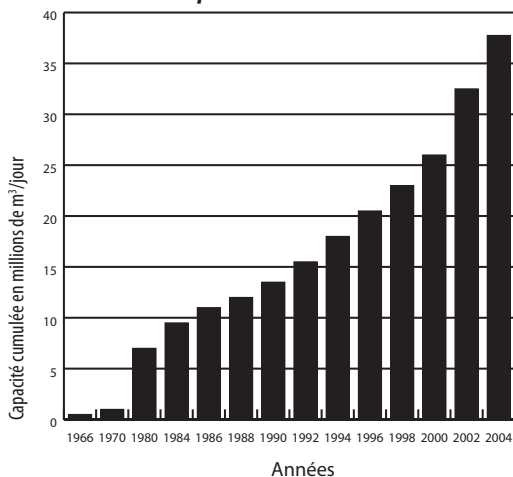
## L'eau pour tous, tous pour l'eau

- transfert d'ions sous l'action d'un gradient de pression : c'est la piézodialyse. On fait migrer les sels dissous d'une eau salée en laboratoire.
- transfert d'eau sous l'action d'un gradient de pression, c'est l'osmose inverse. L'osmose est le transfert d'un solvant à travers une membrane sous l'action d'un gradient de concentration. Ce procédé a été découvert en 1950. Il est plutôt destiné à épurer des eaux saumâtres en ayant l'avantage de consommer moins d'énergie que la distillation. Son installation est moins coûteuse et sa production peut être importante. On peut utiliser l'énergie solaire comme en Égypte, par exemple, ou encore l'énergie éolienne, comme dans l'océan Pacifique ; mais la rentabilité est faible.
- transfert d'eau sous l'action d'un gradient de température : c'est la thermo-osmose. On chauffe l'eau de mer, la vapeur traverse une membrane qui retient les sels.

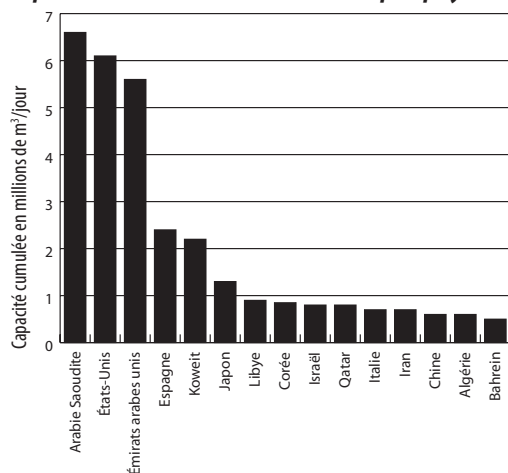
### Procédés chimiques

Par échanges d'ions : on remplace les cations de la solution saline par des ions  $H^+$  et les anions par  $OH^-$  grâce à une résine (cette technique est utilisée pour alimenter des chaudières à haute pression).

## Évolution de la capacité mondiale de dessalement



## Capacité de dessalement installée par pays



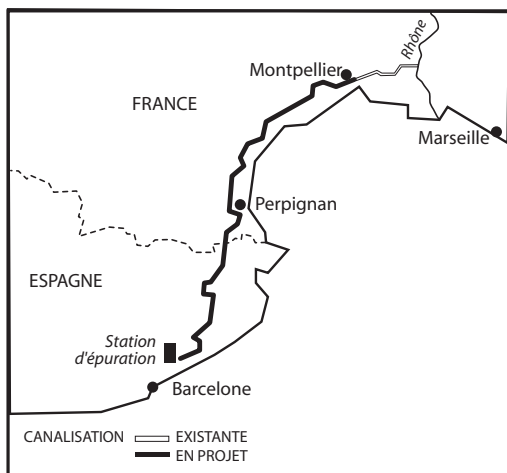
D'après « Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres » Alain Maurel.

### ***Les controverses sur le dessalement en Espagne***

Un programme ambitieux de dessalement est prévu en Espagne. Des millions de mètres cubes d'eau sont attendus sur le littoral méditerranéen mais, en contrepartie, les centrales nécessaires pour fournir l'énergie aux installations vont rejeter beaucoup de  $\text{CO}_2$  : rien n'est simple !

### ***Transport d'eau sur de longues distances***

De l'eau du Rhône pour Barcelone (4,5 millions d'habitants) !



*Le projet de transfert d'eau du Rhône à l'Espagne.*

Le Rhône est le fleuve le plus puissant et le plus régulier du bassin méditerranéen. Son eau n'est utilisée actuellement qu'à 4 %, le projet n'en consommerait que 1 % de plus. Une canalisation de 320 kilomètres serait enterrée.

Pour la partie française, le financement serait privé. Mais les défenseurs de l'environnement et les agriculteurs – qui craignent la concurrence espagnole – sont bien réticents.

Le sud de la Libye comporte une nappe souterraine dont l'eau a 30 000 ans d'âge. Sa profondeur varie de 3 000 à 6 000 mètres. 1 600 kilomètres de tuyaux vont conduire cette eau au Nord du pays. Mais elle ne se renouvelle pas et le Tchad, le Soudan, le Niger et l'Égypte puisent dans la même nappe.

### ***Le transport d'eau douce par mer***

C'est possible grâce à des tankers comme pour le pétrole ou par des hyalriers (navires spéciaux) comportant des membranes susceptibles de contenir jusqu'à 300 000 m<sup>3</sup>. L'eau douce a une densité de 1, l'eau de mer a une densité d'environ 1,025 : la poche va donc flotter. Une quantité de seulement 2 % de l'eau restera émergée. Il y a donc peu de prise au vent : c'est ainsi que la Turquie alimente Chypre.



### ***Des récupérations originales...***

**Les brouillards** : ce sont des gouttelettes d'eau liquide en suspension de quelques dizaines de microns de diamètre. La vapeur se condense sur des poussières de l'air. De grands filets sont dressés et, même en année sèche, on peut récupérer de grandes quantités d'eau, comme c'est le cas, par exemple, au Chili.

**La rosée** est plus fréquente que le brouillard, même dans des déserts, si l'air est humide. Ce procédé est expérimenté en Corse.

**L'eau douce qui jaillit dans la mer.** Dans les sous-sols calcaires, des cavités caractérisent l'érosion « karstique ». Des rivières souterraines circulent. Si le niveau de la mer monte, la partie basse des calcaires est submergée, son eau douce aussi. Elle peut sortir en source sous-marine comme, par exemple, à Menton, à 36 mètres sous la surface de la mer ! Une opération pilote est en cours pour récupérer l'eau douce dans une grande sphère souple.

### ***Les icebergs***

La plus grande partie de l'eau douce terrestre est sous forme de glace : et si l'on remorquait les icebergs, qui sont des fragments de glaciers terrestres descendus vers la mer ? Vers 1900, on réussit à en tirer jusqu'au Chili et au Pérou. En Arabie Saoudite, l'idée fut reprise en collaboration avec Paul-Émile Victor. On voulut remorquer un iceberg

(de 1 200 mètres sur 350 et de 250 à 300 mètres d'épaisseur) du pôle Sud à l'Arabie soit sur 7 000 kilomètres ! Pendant le voyage, prévu de 5 à 10 mois, la glace devait être enveloppée de tissu protecteur. Hélas, il y eut trop de problèmes insolubles : les icebergs sont friables et la mer Rouge n'est pas assez profonde...

### ***Les retenues collinaires***

Une digue, en terre ou en béton, ferme une petite dépression, de quelques km<sup>2</sup> seulement : c'est une technique ancestrale qui devient très recherchée depuis 20 ans en zone tropicale ou méditerranéenne en raison des sécheresses persistantes.

Au Sahel, ces petits barrages collectent le ruissellement en saison humide constituant ainsi des réserves pour la vie domestique, le bétail, la culture de petites communautés. Les activités agricoles se développent, la pêche devient possible, une faune et une flore nouvelle apparaissent. L'eau de ces retenues recharge aussi les nappes souterraines car leurs eaux s'infiltrent alors que celles du ruissellement ont disparu.

Mais leur multiplication réduit l'alimentation des barrages hydrauliques et des parasites s'installent et peuvent provoquer des maladies telles que, par exemple, la bilharziose ou le paludisme...







L'eau du robinet,  
un privilège !

*Boire de l'eau potable au robinet est possible grâce à des prouesses techniques. Dans de nombreux pays, aller puiser de l'eau, souvent malsaine, est une tâche épuisante.*



## Niveau 1

**E**n faisant couler l'eau du robinet pour boire ou te laver les dents, pense à tous ceux qui n'ont pas d'eau potable et à tous ceux qui doivent aller chercher de l'eau, souvent pas très propre, à 5 km, dans des seaux très lourds et sous un soleil brûlant.

En Europe, l'eau qui arrive au robinet vient d'une source pure ou d'une usine d'eau potable. Elle parcourt ensuite des milliers de kilomètres dans des tuyaux.

De très nombreux hommes et femmes travaillent pour cela. Ils ont des métiers très variés : chimistes, biologistes, géologues et même goûteurs !



### Niveau 2

#### ***Mieux consommer l'eau***

Quelques conseils pour profiter au mieux de l'eau qui sort de votre robinet : après une absence, il faut renouveler l'eau des canalisations en la faisant couler un peu avant de la boire car des bactéries auraient pu se développer dans l'eau immobile des canalisations et dans le robinet. Pour les mêmes raisons, il ne faut pas utiliser l'eau chaude de l'immeuble pour cuisiner ou préparer vos tisanes.

#### ***Décontaminer, un risque ?***

Le rapport de l'Académie des Sciences de 2006 a relevé que la sclérose en plaques ou les allergies sont plus nombreuses depuis que l'eau potable nous évite des infections intestinales ! Des récepteurs à la surface des globules blancs sont en cause. Conclusion : il faut continuer, bien entendu, à décontaminer l'eau et, bien sûr, poursuivre la recherche médicale.

#### ***Eau de source ou eau minérale ?***

L'« eau de source » est une eau souterraine non traitée, naturellement potable qui peut être gazéifiée ultérieurement. L'« eau minérale » doit avoir des vertus reconnues par l'Académie de Médecine. L'eau distillée ne contient pas de sels minéraux et n'apporte donc rien à l'organisme : sans être dangereuse, il n'est pas conseillé d'en boire.

## Niveau 3

Quelques éléments normalement présents dans l'eau

Magnésium	en quantité inférieure ou égale à :	0,005 g/l
Sodium		0,150 g/l
Potassium		0,012 g/l
Calcium		0,100 g/l
Chlorures		0,200 g/l
Sulfates		0,250 g/l
Nitrates		0,050 g/l

Les sels minéraux sont indispensables pour l'eau que nous buvons à condition de rester dans une quantité maîtrisée. Le calcium est nécessaire pour les os mais tous les sels minéraux sont indispensables pour les échanges cellulaires (les membranes des cellules laissent passer certains ions).

### ***Désaltérer une grande ville : Paris.***

Tous les jours, il faut acheminer vers la capitale 615 millions de litres d'eau potable ! 60 % de **cette eau provient de sources.**

L'importance des sources est exceptionnelle pour une très grande ville. Elles sont situées dans un rayon de 80 à 150 kilomètres de la capitale. Les sources (les captages) sont ceinturés d'un « périmètre de protection » où toute pollu-



## L'eau pour tous, tous pour l'eau

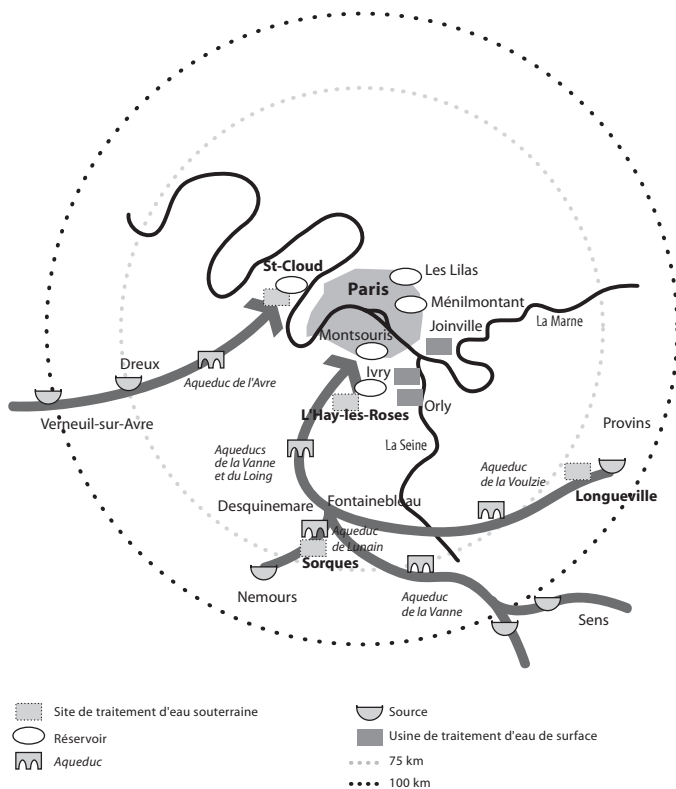
tion est interdite. Une directive européenne impose des critères de qualités très sévères : même les eaux souterraines sont désormais traitées pour éliminer les produits toxiques que génèrent les pesticides.

Les eaux sont ensuite acheminées par cinq aqueducs principaux fermés : « Vanne », « Lunain », Voulzie et « Loing » au sud, « Avre » à l'ouest.

### *Le reste provient des rivières.*

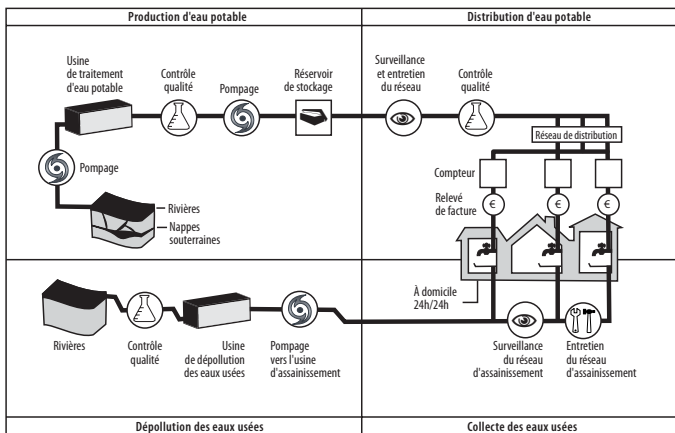
Les eaux de la Seine et de la Marne sont surveillées 24 heures sur 24 avant de parvenir aux trois usines, à Ivry, Orly et Joinville où elles sont rendues potables. Elles sont tamisées, clarifiées, filtrées : toutes les particules disparaissent, puis elles sont désinfectées et testées par des goûteurs. Elles sont chlorées pour les protéger lors de la suite de leur parcours vers nos robinets.

L'eau enfin potable est alors stockée dans de grands réservoirs avant de parvenir à notre domicile (Ménilmontant, les Lilas, Belleville et Montmartre, l'Hay-Les-Roses, Montsouris, Saint-Cloud).



*Le ravitaillement de Paris en eau potable.*

Les eaux usées se déversent dans les égouts puis sont traitées dans des usines d'assainissement. Propres, mais non potables, elles retournent dans les rivières.



### Les étapes du service de l'eau et de l'assainissement.

D'après « L'assainissement des eaux usées », brochure d'information du Cleau.





## Le nettoyage des eaux usées

*Nos pollutions d'aujourd'hui resteront longtemps dans les sols et donc dans les eaux.  
Empêcher la pollution est une urgence.  
Dans nos pays favorisés, les stations d'épuration nettoient l'eau avant de la rendre aux rivières.*



## Niveau 1

**P**ourquoi paye-t-on l'eau ? Parce qu'elle a été purifiée avant d'arriver chez nous.

- Tout ce qui coule de l'évier, les saletés, la graisse et le produit à vaisselle,
- Tout ce qui sort des toilettes,
- Tout ce qui sort du lave-linge, crasse et lessive,
- Tout ce qu'on met dans l'eau pour arroser les plantes des jardins ou les cultures des champs , engrais, produits contre les insectes, etc.

Tout ceci arrive dans les égouts et va être retiré de l'eau pour qu'elle reparte à la rivière « épurée ».

Ensuite l'eau des rivières va être rendue potable donc buvable. Mais tout ce travail de nettoyage de l'eau est long et coûte cher.



### Niveau 2

#### ***Réutiliser les eaux usées ?***

Assainir coûte cher. Dans des pays en voie de développement, arroser son champ avec les eaux usées semble une bonne idée pour économiser la ressource mais, sans traitement, les risques sanitaires sont élevés.

En Israël, 70 % des eaux d'égout permettent d'irriguer, après traitement partiel, 20 000 hectares de terres (16 % de l'ensemble des besoins en eau).

À Los Angeles, on recycle une partie des eaux usées pour irriguer les pelouses et les parcs urbains.

#### ***Les charmes purificateurs des plantes et des vers de terre***

Pour décontaminer les eaux dangereuses, car trop riches en arsenic, au Bangladesh, des chercheurs anglais cultivent des **jacinthes** ! Ces jacinthes d'eau – souvent trop envahissantes – accumulent les métaux qui menacent la santé des habitants. On va donc tester la poudre de jacinthe.

Certains virus et bactéries responsables du choléra, de dysenteries, d'hépatites, etc. peuvent être piégés dans des particules coagulées par de la **graine de Moringa** utilisée depuis fort longtemps par des Africains pour décontaminer l'eau, mais à trop petite échelle !

Quant aux **vers de terre**, ils adorent dévorer nos eaux usées après filtrage des déchets solides ; ils le font déjà à Combaillaux, par exemple, près de Montpellier.

## Niveau 3

### *Chiffres inquiétants*

Selon un rapport de l'Académie des Sciences de 2006, 90 % des eaux de surface contiennent jusqu'à 148 pesticides, 58 % des eaux souterraines en contiennent jusqu'à 62 ! Le Ministère de l'Agriculture a interdit les pesticides tels que la triazine, le lindane, le DDT... mais on les retrouve encore 10 ans après dans les eaux souterraines.

### *Quelques polluants inquiétants*

834 molécules étaient utilisées en Europe jusqu'en 2000. La moitié va être interdite à la suite des études en cours. Mais la France reste le plus gros consommateur de ces produits en Europe : 100 000 tonnes de produits phytosanitaires en agriculture (jusqu'en 2000), 3 000 tonnes pour l'entretien des voies de communication et par les jardiniers amateurs. Les pesticides génèrent des résidus dont les risques à long terme sont mal connus.

Les excès d'apports en azote par les engrais et les épandages de lisier (déjections porcines) sont responsables d'une augmentation de la teneur en nitrates dans les eaux



## L'eau pour tous, tous pour l'eau

de surface et souterraines. Études et enquêtes internationales semblent montrer que certains des risques envisagés étaient surestimés et que le risque serait surtout celui de l'eutrophisation : plus d'azote et plus de phosphore favorisent le développement d'algues très désagréables, comme en Bretagne et de cyanobactéries qui peuvent être toxiques.

Les progrès des analyses chimiques montrent une pollution diffuse par les médicaments. Ceux-ci proviennent des rejets humains après consommation normale. Parmi les 4 000 principes actifs utilisés par la pharmacie, certains résistent aux traitements des eaux usées qui les contiennent ; des traces peuvent même se trouver, en mélanges, dans l'eau potable en très faible quantité évidemment. Les eaux usées des hôpitaux (20 % de la charge en produits pharmaceutiques des eaux usées, apportées par les urines principalement) pourraient être traitées avant de rejoindre le réseau général.

Il faut insister, encore et toujours, sur la nécessité de la recherche scientifique pour détecter ces produits et pour étudier leurs risques réels toujours sujets à controverse car les intérêts économiques ne sont jamais absents et les statistiques sont bien difficiles à établir.

### ***Ultrafiltration, nanofiltration : filtration performante***

Comment extraire les micropolluants sans chimie ?

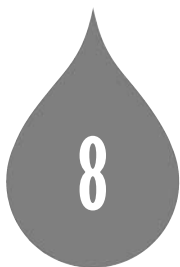
En faisant circuler l'eau sale sous pression à l'intérieur de fibres perforées de pores très fins qui retiennent les éléments indésirables.

**Ultrafiltration** : une membrane pourvue de pores de 0,01 micromètre de diamètre. Les particules en suspension, les bactéries, les virus, les plus grosses molécules sont retenues. Du charbon actif en poudre (retenu par les membranes) est mélangé à l'eau à traiter pour absorber certains pesticides par exemple.

**Nanofiltration** : pores de 0,001 micromètre. Tous les polluants dissous, biologiques, organiques ou minéraux sont retenus sans charbon actif. Mais l'eau produite est tellement pure qu'il est nécessaire de la reminéraliser !







L'eau qui  
rend malade,  
l'eau qui tue

*Dans le monde, environ 5 000 enfants et 5 000 adultes meurent chaque jour de maladies liées à l'eau.*

*Les inondations peuvent tuer des milliers de personnes. Entre pénurie et surabondance, l'eau peut être hélas facteur de mort.*



## Niveau 1

**I**l peut arriver que l'eau provoque de graves problèmes.

Vous avez tous vu à la télévision des reportages sur des régions inondées : parfois, l'eau entre dans les maisons, détruit les meubles, dépose de la boue, retourne les voitures ; parfois même on ne voit que les toits des maisons. Il peut y avoir des gens qui meurent emportés par des torrents furieux. Les inondations sont un risque grave.

Il y a aussi d'autres risques : pensez aux personnes qui n'ont pas d'eau au robinet, ils n'ont d'ailleurs pas de robinet du tout. Ils doivent boire l'eau d'une rivière où les animaux urinent et boivent, où il faut aussi laver le linge. Les microbes sont très nombreux dans ces eaux-là et tout le monde, surtout les enfants, peuvent tomber malades, très malades.

Boire l'eau du robinet sans attraper de maladie est une grande chance ! Ce n'est, hélas !, pas le cas pour tout le monde.



### Niveau 2

#### ***Paris inondé, Paris protégé ?***

La plus importante crue fut celle de 1658, mais en 1910 des barques sillonnèrent les rues de la capitale et même les tunnels du métro !

En cas de crue très importante, tout ce qui est souterrain serait noyé : métro, parkings mais aussi centraux téléphoniques, caves, réseaux d'eau, distribution d'électricité, chauffage urbain. 70 % des métros et 5 usines de traitement des ordures seraient arrêtés pendant 30 à 50 jours. Les particuliers et les services publics seraient privés de gaz, d'électricité, de téléphone. Le Ministère de l'Équipement estime que le problème parisien dépasserait très largement la capitale. Aussi les points sensibles sont-ils repérés ; des aménagements préventifs sont en cours dans la ville et, en amont, sur la Seine, la Marne et l'Yonne. A l'inverse, si l'eau de la Seine n'était pas régulée, en été il pourrait arriver qu'il n'y ait plus qu'un mince filet d'eau.

### Niveau 3

#### ***La légionellose***

L'eau en très fines gouttelettes peut parfois contenir des bactéries dangereuses et que tout le monde respire. La *legionella pneumophila*\* est une bactérie qui prolifère entre 30 et 40° C : les ballons d'eau chaude les dispersent

dans les douches, les bains à remous, les systèmes de climatisation les dispersent dans l'air. La maladie est grave même si elle n'est pas contagieuse mais de nombreuses personnes peuvent l'attraper en même temps. 1 000 personnes l'attrapent chaque année en France : c'est l'une des priorités du « Plan National Santé » qui se préoccupe des mesures de prévention à prendre sur les réseaux d'eau chaude sanitaire.

*\* Son nom vient de l'épidémie qu'elle provoqua en 1976 lors d'un congrès de l'American Legion à Philadelphie. (source Académie des Sciences)*

### ***Choléra au Pérou***

En 1991, le Pérou subit une épidémie de choléra : il y eut un million de malades. Cette épidémie causa la mort de 10 000 personnes et fut à l'origine de problèmes économiques dus à l'interdiction d'exporter certains produits alimentaires qui furent chiffrés à un milliard de dollars. Quelle était la cause initiale de l'épidémie ? Sans doute la consommation de mollusques pollués par des eaux usées d'un cargo, conjuguée avec des pluies diluviennes (vous vous souvenez de *El Niño*). Mais la propagation foudroyante était due à la pollution des eaux de boissons par la pollution fécale au moment où certains responsables n'utilisaient plus le chlore pour désinfecter l'eau par crainte de ses effets secondaires.

### ***Le vibron cholérique***

Alors qu'on signale sa présence en Inde au XVI<sup>e</sup> siècle, les épidémies de choléra apparaissent en Europe en 1854. La maladie frappant à proximité des puits, la recherche s'orienta vers une contamination de l'eau et non plus de l'air. La bactérie *Vibrio cholerae*, responsable du choléra, fut isolée la même année par l'anatomiste italien Filippo Pacini. Elle est détruite par les traitements à base de chlore.





## Le difficile partage de l'eau

*L'eau pour tous ?*

*Bien sûr ! Mais lorsque les besoins  
des uns gênent les besoins des  
autres, les discordes naissent.*





## Niveau 1

**B**ien sûr, il y a beaucoup d'eau sur Terre. Mais chaque pays ne peut utiliser que l'eau qui est dans ses rivières ou dans son sous-sol.

Quand il y a beaucoup d'eau, pas de problème, chacun peut en bénéficier.

Mais si les réserves baissent, tout le monde en veut et c'est la dispute !

Quand l'eau est bien propre, tout va bien.

Mais si des utilisateurs la salissent beaucoup que va-t-il se passer ? Ceux qui ont besoin d'eau propre pour boire ou les usines qui ont besoin d'eau propre pour fabriquer des aliments vont se fâcher !

Il va falloir que quelqu'un décide ce qu'il faut faire et faire payer celui qui pollue l'eau. En France, ce sont les « agences de l'eau » qui font ce travail.

Et c'est encore plus grave quand un pays, pour avoir plus d'eau, veut barrer le fleuve qui arrose le pays voisin. Alors là,



## L'eau pour tous, tous pour l'eau

ce sont les gouvernements qui doivent discuter pour éviter des guerres. Mais ils n'arrivent pas toujours à se mettre d'accord.

### Niveau 2

#### ***Mer d'Aral, mer Noire ou comment massacrer des mers***

Huit pays (de l'ex-URSS) entourent la mer d'Aral : l'irrigation agricole massive à partir des fleuves qui l'alimentaient l'a transformée en un désert de sable et de sel : il n'y a plus de pêche. L'eau potable est devenue rare ; les maladies se développent.

Le vent emporte les sels jusqu'à 600 kilomètres vers les glaciers du Pamir entraînant une salinisation des eaux et des sols et, par conséquent, une pénurie de fourrage.

Ukraine, Russie, Géorgie, Roumanie, Bulgarie, Turquie, c'est beaucoup pour la mer Noire ! Les usines, les agriculteurs et même les villes l'ont longtemps considérée comme un égout, mais la mer se régénère doucement grâce à une coopération internationale !

#### ***L'eau et les plantes***

Une plante fabrique sa matière en absorbant du  $\text{CO}_2$  et en transpirant l'eau absorbée par les racines : 1 kilo de végétal produit a transpiré 1 000 litres d'eau par ses stomates (mais

les pommes de terre sont beaucoup plus sobres !). Chaque pore mesure environ 10 micromètres. La « transpiration » des végétaux est donc très importante et contribue largement à l'apparition des pluies.

### Niveau 3

#### ***Le barrage des Trois Gorges en Chine***

En Chine, les eaux du Sud sont transférées vers le Nord. Immenses canaux, énormes barrages : deux millions de personnes ont été déplacées, 13 villes, 4 500 villages et 108 sites archéologiques détruits provoquant de fortes tensions. C'est une entreprise titanesque ! Ce barrage hydroélectrique sur le fleuve Yangzi Jiang sera le plus grand du monde. Commencé en 1993, il sera terminé en 2009 constituant un exploit technique fort critiqué.

Un premier argument en faveur du barrage était la volonté de protéger 50 à 80 millions d'habitants et leurs cultures des crues d'un fleuve très dangereux qui pouvait noyer les plaines sous 17 mètres d'eau. Le deuxième objectif était de produire de l'électricité plus proprement qu'avec le charbon (mais seulement 2 % des besoins du pays). Le troisième objectif était de rendre le fleuve navigable, de développer la pêche et le tourisme. Enfin, il devrait irriguer les arides plaines du Nord.

Mais...

Il a fallu noyer 15 villes, 116 bourgs et donc déplacer deux millions de personnes, leur relogement étant souvent problématique. En noyant ces villes, on retrouvera donc sous l'eau du barrage aussi bien les usines que les mines de charbon, les cimetières... Il faut s'attendre à des pollutions à venir.

Des sites archéologiques noyés seront à reconstituer.

La retenue d'eau va se remplir de sédiments. Arrêtés par le barrage, ces sédiments vont manquer en aval, où ils étaient des fertilisants naturels. Ces sédiments nourrissaient aussi le delta du fleuve, qui va reculer comme ce fut le cas pour le Nil après la construction du barrage d'Assouan.

### ***Le maïs en France, une céréale trop gourmande***

Une plante tropicale — le maïs — débarque en France en 1930. Depuis elle est très demandée : nourriture du bétail, épaississant de la pâte à papier, dans les crèmes, bientôt elle sera utilisée dans les carburants. Après le blé, c'est la seconde céréale cultivée en France qui fournit à elle seule la moitié de la production européenne ! En France, depuis 2004, les surfaces cultivées en maïs ont diminué de 20 %.

Mais c'est une plante qui prospère en été et doit alors être irriguée copieusement. Certains proposent de substituer le

sorgho au maïs. C'est une plante africaine accoutumée à la chaleur et à la sécheresse.

### ***L'industrie et la sécheresse en France***

De nombreuses industries ont prévu l'avenir, avec des installations pour dépolluer l'eau, des techniques économes, des circuits fermés. Ainsi, par exemple, en 25 ans, l'industrie du papier a doublé sa production en réduisant de 80 % sa consommation en eau !





### ***Carte des agences de l'eau en France***

Dans chaque bassin, il y a désormais un médiateur entre les particuliers, l'État, les associations, les agriculteurs et les élus.

Dans chaque bassin, un travail de fond est entrepris pour établir un bilan de l'état des lieux : atteintes aux cours d'eau, pollutions, prélèvements.

**SEINE-NORMANDIE**  
**51, rue Salvador Allende**  
**92027 Nanterre Cedex**

---

superficie : 96 600 km<sup>2</sup>  
population : 17 386 000 hab

**LOIRE-BRETAGNE**  
**Avenue de Buffon**  
**BP 6339**  
**45063 Orléans Cedex 2**

---

superficie : 155 000 km<sup>2</sup>  
population : 11 605 000 hab

**ADOUR-GARONNE**  
**90, rue du Férétra**  
**31078 Toulouse Cedex**

---

superficie : 115 000 km<sup>2</sup>  
population : 6 484 000 hab

**ARTOIS-PICARDIE**

200, rue Marceline

BP 818

59508 Douai Cedex

superficie : 19 600 km<sup>2</sup>

population : 4 814 000 hab

**RHIN-MEUSE**

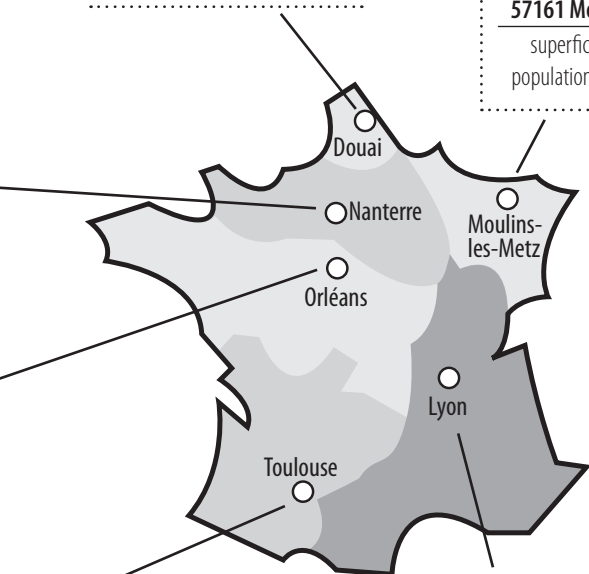
BP 19

Rozérieulles

57161 Moulins-les-Metz

superficie : 31 500 km<sup>2</sup>

population : 3 962 000 hab



**RHÔNE-MÉDITERRANÉE-CORSE**

2-4, Allée de Lodz

69363 Lyon Cedex 07

superficie : 130 000 km<sup>2</sup>

population : 14 138 000 hab







10

## Changement climatique et avenir de l'eau

*Le réchauffement de la Terre, dû à l'augmentation des gaz à effet de serre, est prouvé. Il modifiera les climats ; le cycle de l'eau en est affecté et, donc, la vie de tous les Terriens aussi.*



## Niveau 1

**V**ous avez entendu parler de l'« effet de serre ». C'est un peu comme quand vous êtes dans une pièce aux fenêtres fermées, l'été : derrière les vitres, il fait trop chaud... il faudrait pouvoir les ouvrir pour que la chaleur sorte !

Les automobiles ou les usines laissent partir vers le ciel certains gaz qui agissent comme les vitres : ils empêchent la chaleur de sortir vers l'Espace. Alors la Terre est de plus en plus chaude. Les climats vont changer .

Dans certains pays, il y aura beaucoup moins de pluies et ce sera la sécheresse. Dans d'autres pays, ce sera le contraire : beaucoup de pluies et des inondations.

Tous les pays du monde doivent agir pour diminuer les gaz qui réchauffent la Terre pour éviter ces catastrophes.

Sur la Terre il fait une température moyenne de 15°C. Sans les gaz à effet de serre, il ferait -18°C et le monde entier greloterait !

À la suite de la fonte des glaces et à cause de la dilatation des océans, le niveau des mers monte et certains pays, comme le Bangladesh, risquent d'être submergés.



## L'eau pour tous, tous pour l'eau

La France pourrait connaître l'alternance de fortes pluies et de sécheresses. Mécanisme étonnant : les sécheresses favorisent les inondations ! La sécheresse, durcissant les sols, les imperméabilise presque. Si une très forte pluie arrive, elle ne peut pas pénétrer et une inondation peut se produire.

### Niveau 2

#### ***Des économies mondiales à réaliser***

La moitié de l'arrosage agricole mondial part en fuites ou en évaporation. Une économie de 13 % épargnerait l'équivalent de la consommation mondiale des ménages ! Des techniques, comme l'aspersion par gicleurs, rampes ou jets, le goutte-à-goutte, l'irrigation à l'aide de canaux souterrains, devront se généraliser. Elles se sont déjà très répandues dans les zones arides. Les industriels devront être aussi plus sobres et utiliser une eau de qualité moindre quand cela est possible.

#### ***Qu'est-ce-que l'effet de serre ?***

Comme les vitres d'une serre, certains gaz, naturellement présents dans l'atmosphère ou surajoutés par l'homme ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $NO_2$ ...) empêchent les rayons infrarouges émis par le sol de s'échapper vers l'espace. Grâce à l'effet de serre naturel la Terre n'a pas une température moyenne de  $-18^\circ C$ , mais de  $+15^\circ C$ . Le risque actuel est de voir l'effet de

serre s'accroître pour augmenter la température de la Terre de quelques degrés. Un processus indispensable à notre survie peut donc devenir dangereux pour l'avenir.

### Niveau 3

#### ***Recherche agronomique : un riz plus sec ?***

Le riz est une culture irriguée très répandue et très gourmande en eau : il faut 5 m<sup>3</sup> d'eau pour produire un kilo de riz. Or, il y a toujours plus de bouches à nourrir. Tout le problème est de savoir comment produire la même quantité de riz avec moins d'eau.

En plus de la mise au point de nouvelles variétés, on pourrait utiliser un rayon laser pour définir le niveau d'eau utile, travailler le sol entre deux récoltes pour le rendre étanche, éviter la submersion permanente entre les récoltes, faire prégermer les graines dans la boue, utiliser davantage les pluies...

#### ***Climat et maladies***

Les dangers de l'anophèle, moustique vecteur du paludisme, suivent les variations climatiques. En effet, le phénomène ENSO (*El Niño/Southern Oscillations*) augmente le risque de paludisme dans les régions qui bordent des déserts où la transmission du parasite est instable en raison des saisons sèches.

La hausse des températures et/ou des pluies favorise la reproduction des insectes vecteurs de maladies infectieuses et réduit la durée de maturation de l'agent pathogène. Après une longue période de sécheresse, les populations deviennent peu immunisées contre la maladie ; si des pluies fortes surviennent, la maladie se développe beaucoup (on estime à + 33 % de malades après des sécheresses au Venezuela et en Colombie).

La dengue est une grave maladie virale transmise par le moustique *Aedes* : 2,5 milliards de personnes (2/5 de la population mondiale !) sont exposées dans 100 pays. Encore une fois cette maladie suit des cycles climatiques.

L'impact des fortes pluies et des inondations a été constaté avec d'autres micro-organismes : fièvres en Afrique de l'Est, encéphalites en Australie.





11

Quand l'avenir  
de l'Homme  
passe par  
l'avenir de l'eau

*Perturbations climatiques et augmentation de la population mondiale : encore une fois les plus pauvres risquent de souffrir le plus.*





## Niveau 1

**I**l y a de plus en plus d'hommes sur Terre. Partout, les hommes veulent vivre plus confortablement, se laver, boire de l'eau propre, arroser des champs plus grands, plus nombreux, pour récolter de plus en plus de nourriture.

Il va donc falloir de plus en plus d'eau.

Mais si les climats changent comme le pensent les scientifiques, le problème de l'eau pour les 9 milliards d'habitants prévus sur terre en 2050 devient inquiétant.

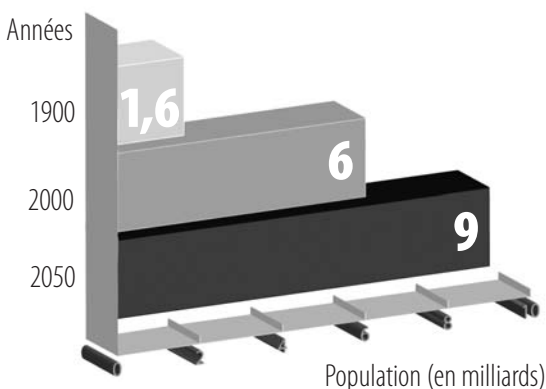
Déjà on sait fabriquer de l'eau douce à partir d'eau de mer, et de l'eau de mer, il y en a beaucoup. Le problème c'est qu'il faut des usines qui fonctionnent au pétrole pour cela et que le pétrole est rare et très cher. Les hommes ont aussi eu l'idée d'apporter par bateau de l'eau à un autre pays ou à des îles sans eau. C'est facile quand les îles sont petites et pas trop éloignées du continent mais sinon, c'est très difficile.

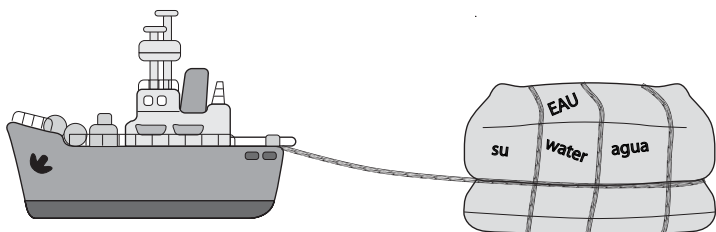
## Niveau 2

**Démographie**

En 50 ans, la population de l'Europe a augmenté de **20 %** mais de **100 %** en Asie et de **300 %** en Afrique.

En 2050, probablement 9 milliards d'hommes auront besoin d'eau, alors que les réserves seront toujours les mêmes.





### ***Peut-on transporter l'eau liquide entre les pays ?***

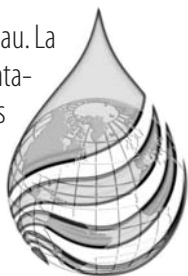
Tout a été envisagé pour alimenter en eau les régions qui en manquent. On peut pratiquement parler d'un marché international de l'eau. Ce produit aussi vital devrait pouvoir être transporté sur de très longues distances, mais son coût devrait rester minime.

Déjà, la Grèce continentale ravitaille ses îles en eau. 2 000 m<sup>3</sup> dans de grands sacs flottants, en polyuréthane.

La Norvège a conçu des ballons de 200 m de longueur qui sont tirés par des bateaux !

### ***Échanger de l'« eau virtuelle » ?***

Exporter de la nourriture, c'est exporter de l'eau. La FAO (Fonds des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture) calcule qu'en 2050, les transferts pourront représenter 3 000 km<sup>3</sup> par an. L'Asie, le Moyen-Orient pourront payer cette eau virtuelle à l'Amérique, à l'Europe, à la Russie qui la vendront. Une volonté



politique forte pourrait permettre à l'Afrique d'augmenter sa production en améliorant les techniques de façon à ne pas dépendre des marchés.

Déjà les États-Unis exportent l'équivalent de 3 fois la quantité d'eau dont dispose l'Égypte pour nourrir sa population.

### Niveau 3

#### ***En Europe ?***

Les modèles de prévision climatiques ne peuvent pas dire de façon sûre si les changements climatiques entraîneront des diminutions des ressources ou de fréquentes sécheresses, mais il faudra prévoir soit de diminuer la demande (réduire l'irrigation, par exemple) soit d'investir beaucoup pour permettre des transferts d'eau entre bassins, recharger artificiellement les nappes et réutiliser les eaux usées.

Bien sûr, la situation de l'Europe est moins préoccupante que celles d'autres régions du monde : ses besoins sont à peu près couverts par les ressources disponibles en année moyenne. Des variations climatiques peuvent cependant rompre cet équilibre.

De grosses incertitudes demeurent à ce sujet, en particulier pour la France. En année déficitaire (comme en 2005), la demande sera plus forte que la ressource. Les besoins essentiels seront couverts en limitant les arrosages et les lavages de voitures. Les besoins écologiques — préservation

de la qualité des rivières pour leur faune — seront prioritaires si la société le souhaite ! On s'interrogera sur l'utilité d'irriguer des maïs dont la rentabilité économique est moindre que les cultures maraîchères.

Si on laisse de côté les questions de qualité de l'eau, les problèmes européens se situent sur une meilleure prévision des changements climatiques, suivie d'une politique adaptée (modification des pratiques, travaux d'aménagement). Ces questions, importantes certes, n'ont pas le même niveau de gravité que ceux des pays en développement.

La préoccupation majeure des pays d'Europe est donc la restauration de la qualité des eaux du milieu naturel.

### ***En Afrique***

La crise mondiale de l'eau est particulièrement inquiétante en Afrique.

C'est là que la plus grande augmentation démographique est attendue : +50 % dans les quinze prochaines années.

Il coule deux fois moins d'eau en Afrique que sur la moyenne des autres continents. Cet écoulement est inégal : le tiers se produit en République Démocratique du Congo, représentant à elle seule 12 % de la surface du continent. Par ailleurs, 40 % du continent n'a pas d'écoulement permanent.



## L'eau pour tous, tous pour l'eau

À cela, il faut ajouter des variations annuelles considérables. La planification des aménagements est particulièrement difficile.

De nombreuses rencontres politiques internationales ont lieu dans le but d'accélérer le travail sur des aménagements.



12

L'eau pour tous,  
tous pour l'eau !

***« Le droit de l'homme à l'eau est indispensable pour mener une vie dans la dignité humaine, il est préalable à la réalisation de tous les autres droits de l'homme »\****

***L'eau, substance si banale, est maintenant soumise à des lois !***

*\* Comité des droits économiques sociaux et culturels, ONU, 2002*





## Niveau 1

**Q**uand certains ont de l'eau à volonté et même la gaspillent, alors que des enfants meurent de soif, il faut que les gouvernements agissent.

Quand de plus en plus de monde veut de plus en plus d'eau, quand certains en utilisent énormément, il faut bien organiser.

Avec des réunions internationales il a été décidé que tout le monde a droit à de l'eau de bonne qualité. Dans les pays d'Afrique, c'est encore très difficile mais, en Europe, il y a des lois qui obligent à nettoyer les eaux sales.

Chacun de nous peut aussi protéger l'eau en l'économisant et en n'y rejetant rien de polluant.

## Niveau 2

### ***Et moi, que puis-je faire ?***

Je dois d'abord regarder avec respect cette eau vitale, cette merveille du monde. La gaspiller est stupide puisque, même à peine salie, elle sera traitée, traitement qui nous sera facturé de plus en plus cher.

Je dois aussi m'intéresser à ceux qui vivent dans des conditions scandaleuses, lire à ce sujet, en parler aux adultes qui m'entourent car je suis un citoyen du Monde.

### ***Je ne gaspille pas***

Je veille au joint ! Un robinet qui fuit, c'est peut-être 300 litres qui iront encombrer la station d'épuration et dont je paierai la fourniture et l'assainissement.

Avec un verre à dents, j'économise 15 litres en 3 minutes, c'est 20 € par an !

S'il faut laver la voiture, je choisis l'éponge plutôt que le jet.

J'arrose les fleurs le soir pour que l'eau ne s'évapore pas de la terre encore chaude ; je peux même recueillir l'eau de pluie.

### ***Je pollue déjà, je m'interdis les erreurs***

Bien entendu la lessive, les toilettes vont se déverser, mais de grosses bêtises sont absolument à éviter comme jeter dans l'évier (ou dans les toilettes ou sur le sol) le white-spirit qui nettoie le pinceau ou des médicaments. Il vaut mieux aller déposer ces produits dans une déchetterie. Les produits vendus en jardinerie comme les engrais ou les pesticides sont encore plus dangereux dans les mains des amateurs que dans celles des agriculteurs, qui, eux, ont les moyens de les doser correctement.

Quant à jeter ordures, vieux frigos, pots de peinture, dans les rivières, plus personne ne le fait, non ?

### Niveau 3

#### ***Prélèvements annuels d'eau douce par rapport aux réserves totales***

Quelques exemples d'évolution :

Pays	1995	2025
Canada, Amérique du Sud Australie, Russie	moins de 10 %	moins de 10 %
Madagascar, Vietnam	moins de 10 %	10 à 20 %
Chine, U.S.A, France , Mauritanie, Soudan	10 à 20 %	20 à 40 %
Algérie, Maroc, Inde, Afrique du Sud	20 à 40 %	plus de 40 %
Tunisie , Moyen-Orient	plus de 40 %	plus de 40 %

#### ***Les bonnes résolutions familiales !***

Une douche écolo : un mitigeur permet d'obtenir beaucoup plus vite une eau à la température idéale (-15 % de consommation), un aérateur mélange des bulles d'air à l'eau : délicieuse sensation et économie (-30 à -50 %) ! On peut aussi réduire son débit en gardant au jet la même pression.

La chasse d'eau à deux débits (3/5 et 6/10 litres) est maintenant assez généralisée. La classification par consommation d'énergie des appareils électroménagers correspond également à une classification des consommations d'eau.

Des toilettes sèches et une brouette, c'est encore difficile en ville...

### ***Résolutions mondiales***

En 2050, pour éradiquer la sous-nutrition mondiale, il faudra 4 500 km<sup>3</sup> d'eau en plus chaque année pour les cultures. Mais si l'Inde et la Chine se mettaient à consommer de la viande de bœuf au lieu de poulet, comme le font aujourd'hui les Occidentaux, il faudrait ajouter encore 3 500 km<sup>3</sup>.

Un prix Nobel d'Économie a écrit en 1999 qu'aucune famine au XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles n'a été provoquée par une pénurie réelle : on meurt de faim à côté de stocks. De la même façon, la Terre ne manque pas d'eau globalement mais elle en manque localement. Les rivières et les nappes contiennent suffisamment d'eau, mais les travaux d'aménagement nécessaires à leur répartition sont considérables.

Que faut-il faire ?

- Augmenter les surfaces irriguées ? Mais à un point tel que la ressource en eau sera insuffisante.

- Dessaler l'eau de mer pour obtenir les 4 500 km<sup>3</sup> manquants ? Mais il faudrait y consacrer trois fois la production mondiale actuelle de pétrole, c'est irréaliste, même si d'autres énergies sont en cours de mise au point : solaire, éolien...
- Utiliser des OGM (Organismes Génétiquement Modifiés) conçus pour être plus économes en eau ? Mais il n'y a pas de photosynthèse sans transpiration, ce n'est donc pas une solution globale suffisante.
- Augmenter les cultures pluviales ? Mais aux dépens de quels espaces naturels aujourd'hui non cultivés : forêts, prairies ? Une baisse de la biodiversité en découlerait. Peut-elle être mise en balance avec l'existence de 856 millions d'hommes mal nourris aujourd'hui (et 3 milliards en 2050) ?

Ces quatre pistes mises bout à bout dépassent les 4 500 km<sup>3</sup> nécessaires.

# Quiz

*Quiz pour les plus jeunes*

- 1. Combien un Français consomme-t-il en tout de litres d'eau par jour ? (Fais la liste de tout ce que tu utilises comme eau chaque jour, sans oublier ce que tu manges)**
- 2. Sous quelles formes peut-on trouver de l'eau ?**
- 3. Que devient l'eau contenue dans les vêtements qui sèchent au soleil ?**
- 4. D'où vient la pluie et où tombe-t-elle le plus ?**
- 5. Les icebergs sont-ils salés ?**
- 6. Citez une des maladies qui se transmet par l'eau quand celle-ci n'est pas purifiée ?**
- 7. A quelle heure de la journée vaut-il mieux arroser les fleurs ou les légumes ? Pourquoi ?**
- 8. Combien y a-t-il d'habitants sur Terre ?**
- 9. Peut-on boire l'eau du robinet sans danger ? Pourquoi ?**
- 10. Comment ferais-tu pour récupérer de l'eau douce à partir d'une casserole d'eau de mer ?**

## Réponses :

1. 150 litres (cf. panneau 1).
2. Liquide, solide et gazeuse (cf. panneau 2).
3. Elle s'évapore (cf. panneau 5).
4. La pluie vient de l'évaporation des mers, des océans, des lacs, des rivières et aussi des champs et des plantes. Elle retombe surtout dans les mers et les océans (cf. panneau 3).
5. Non. C'est d'ailleurs pour cela qu'on a tenté de les transporter dans les pays qui manquaient d'eau (cf. panneau 11).
6. Le choléra (cf. panneau 8).
7. Le soir, pour éviter que l'eau ne s'évapore (cf. panneau 12).
8. Actuellement environ 6,5 milliards (cf. panneau 1).
9. Oui, car elle est purifiée (cf. panneau 6).
10. Je la ferais bouillir et je recueillerais la vapeur d'eau sur un couvercle froid (cf. panneau 5).

# Quiz

**1. Par rapport à toute l'eau qu'il y a sur Terre, quelle est la quantité d'eau douce ?**

- 2,5 %
- 10 %
- 20 %

**2. Globalement, il y a de moins en moins d'eau sur la Terre.**

- Vrai
- Faux

**3. Quelle proportion de l'eau prélevée consommons-nous utilement ?**

- 80 %
- 50 %
- 35 %

**4. Une eau bonne à boire doit contenir des sels minéraux.**

- Vrai
- Faux

**5. Pour obtenir un kilo de viande de bœuf, combien faut-il d'eau (en comptant l'arrosage des végétaux indispensables à la vie du bœuf, bien sûr !) :**

- 2 000 litres
- 5 000 litres
- 15 000 litres



---

**6. Au cours des 50 dernières années, la population de l'Afrique a augmenté de :**

- 200 %
- 300 %
- 500 %

**7. Sans gaz à effet de serre, la température de la Terre serait de :**

- -18 °C
- +50 °C
- -77 °C

**8. Quelle est la maladie qui se transmet surtout par l'eau :**

- Le cancer
- La tuberculose
- Le choléra

**9. Si l'eau du robinet sent un petit peu l'eau de Javel :**

- Il ne faut surtout pas en boire
- On peut en boire en toute petite quantité
- On peut la boire sans problème

**10. En cas de très fortes crues sur la région parisienne,**

- L'eau entrerait partout, même dans le métro
- L'eau serait canalisée grâce à des sas spéciaux
- Seules les voies sur berges seraient touchées





**11. Dans quel pays se situe le barrage des Trois Gorges ?**

- En Chine
- En Egypte
- Aux États-Unis

**12. En 2050, la population de la Terre sera environ de :**

- 9 milliards d'habitants
- 12 milliards d'habitants
- 15 milliards d'habitants

**13. On dit que la Terre est la « Planète Bleue » parce que la proportion de sa surface occupée par les océans est de :**

- 50 %
- 75 %
- 85 %

**14. Sur quelle planète, autre que la Terre, trouve-t-on de l'eau sous forme liquide, solide et gazeuse (dans la limite de nos découvertes actuelles !) :**

- Mars
- la Lune
- Aucune

**15. On peut fabriquer de l'eau douce en distillant de l'eau de mer :**

- Vrai
- Faux

---

**16. Le volume d'eau total sur Terre est comparable au volume d'une goutte sur une orange :**

- C'est une simple phrase poétique
- C'est parce que l'épaisseur des océans est très faible par rapport au rayon de la Terre

**17. Les produits pour la peinture ou pour le jardin sont à éliminer :**

- Dans l'évier
- Dans les toilettes
- En déchetterie

**18. Le meilleur moment pour arroser les fleurs de son jardin est :**

- Le matin, quand la rosée est encore présente
- À midi, quand les plantes ont vraiment soif
- Le soir, quand le soleil se couche

**19. Les pluies naissent grâce à :**

- L'évaporation de la mer
- Le rejet des plantes dans l'atmosphère
- Les deux à la fois

**20. Les plus gros consommateurs d'eau sont :**

- Les agriculteurs
- Les industriels
- Les particuliers

# Réponses

## **1. Par rapport à toute l'eau qu'il y a sur terre, quelle est la quantité d'eau douce ?**

- 2,5 %

*Effectivement, la proportion est très peu élevée. Elle comprend, bien entendu, les lacs, les rivières, les glaciers et les nappes souterraines (cf. panneau 1).*

## **2. Globalement, il y a de moins en moins d'eau sur la Terre.**

- Faux

*La quantité d'eau de notre planète est pratiquement constante. Cette eau venue de l'univers ne s'échappe pas mais il ne s'en crée pas non plus (cf. panneau 2).*

## **3. Quelle proportion de l'eau prélevée consommons-nous utilement ?**

- 50 %

*C'est à peu près ce qui ressort des études des scientifiques. En effet, l'évaporation quand les champs sont irrigués, les déperditions quand il y a lavage, les pertes en tous genres sont considérables. Toute cette eau inutilisée repart dans la Terre après avoir subi un traitement souvent inutile (cf. panneau 5).*

## **4. Une eau bonne à boire doit contenir des sels minéraux.**

- Vrai

*Une eau sans sels minéraux n'apporterait rien à l'organisme et serait donc pratiquement inutile mais ces sels minéraux (qui sont ajoutés en fin de traitement dans les usines de dessalement) doivent être en quantité contrôlée (cf. panneau 6).*

**5. Pour obtenir un kilo de viande de bœuf, combien faut-il d'eau (en comptant l'arrosage des végétaux indispensables à la vie du bœuf, bien sûr !):**

- 15 000 litres

*15 tonnes d'eau pour un kilo de viande de bœuf : c'est la dure réalité des chiffres. Certaines viandes sont moins gourmandes en eau, comme les volailles, par exemple (cf. panneau 1).*

**6. Au cours des 50 dernières années, la population de l'Afrique a augmenté de :**

- 300 %

*Le continent africain connaît actuellement un boom démographique qui, loin de baisser, va croître encore dans les décennies qui viennent (cf. panneau 11).*

**7. Sans gaz à effet de serre, la température de la Terre serait de :**

- - 18°C

*Et la vie serait bien difficile ! L'effet de serre maintient une température adaptée (15°C en moyenne) (cf. panneau 10).*

**8. Quelle est la maladie qui se transmet surtout par l'eau :**

- Le choléra

*Dès qu'il y a des inondations, les risques de propagation du choléra deviennent très élevés (cf. panneau 8).*

**9. Si l'eau du robinet sent un petit peu l'eau de Javel :**

- On peut la boire sans problème

*Le très léger goût de chlore prouve que l'eau est traitée. Les goûteurs d'eau contrôlent régulièrement la production qui est fournie aux consommateurs. En France, l'eau du robinet est donc parfaitement potable sans danger (cf. panneau 6).*

### **10. En cas de très, très fortes crues sur la région parisienne,**

- L'eau entrerait partout, même dans le métro

*En fait, il faudrait que les conditions météorologiques soient comparables à celles de 1910. La Seine est régulée en amont par des barrages de retenue mais ceux-ci seraient submergés. Les équipements sensibles qui sont enterrés sont protégés en priorité mais les dégâts seraient quand même considérables (cf. panneau 8).*

### **11. Dans quel pays se situe le barrage des Trois Gorges ?**

- En Chine

*C'est sur le fleuve Yangzi-Jiang que le plus grand barrage du monde est construit (cf. panneau 9).*

### **12. En 2050, la population de la Terre sera autour de**

- 9 milliards d'habitants

*Toutes les prévisions des démographes annoncent ce nombre : il faudra donc que la Terre s'organise pour les nourrir, ce qui est possible mais loin d'être aisé (cf. panneau 11).*

### **13. Quel est le pourcentage de la surface de la Terre qui est occupée par les mers et océans ?**

- 75 %

*C'est pour cela que l'on parle de la planète bleue (cf. panneau 2).*

### **14. Sur quelle planète, autre que la Terre, trouve-t-on de l'eau sous forme liquide, solide et gazeuse (dans la limite de nos découvertes actuelles) :**

- Aucune

*Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'y aucune planète qui contiendrait de l'eau sous les trois états. Si c'était le cas, il pourrait y avoir eu de la vie sur cette planète ! (cf. panneau 2)*

---

**15. On peut fabriquer de l'eau douce en distillant de l'eau de mer :**

- Vrai

*C'est même ce qui se fait de plus en plus mais les usines de dessalement ont besoin d'énergie. . . (cf. panneau 5)*

**16. Le volume total d'eau sur Terre est comparable au volume d'une goutte sur une orange :**

- C'est exact

*C'est pour cela que l'eau est si précieuse : on la voit beaucoup à la surface de la Terre mais il n'y en pas beaucoup (cf. panneau 2).*

**17. Les produits pour la peinture ou le jardin sont à éliminer :**

- En déchetterie

*C'est la meilleure solution car ces produits toxiques sont difficiles à « nettoyer » (cf. panneau 12).*

**18. Le meilleur moment pour arroser les fleurs de son jardin est :**

- Le soir, quand le soleil se couche

*Cela permet d'éviter l'évaporation, source principale du gaspillage de l'eau (cf. panneau 12).*

**19. Les pluies naissent grâce à :**

- Les deux à la fois

*On oublie souvent que les plantes rejettent beaucoup d'eau et contribuent ainsi au cycle vital (cf. panneau 3).*

**20. Les plus gros consommateurs d'eau sont :**

- Les agriculteurs

*Surtout depuis que certains agriculteurs arrosent, en pleine journée, des céréales qui, autrefois, poussaient sans être arrosés (cf. panneau 5).*











[illegible]Changement  
climatique et  
avenir de l'eau

**Augmentation anormale des gaz à effet de serre, réchauffement climatique...** en 2007, plus de deux mille scientifiques du Groupe intergouvernemental d'experts sur le Changement Climatique (GIEC) ont établi un diagnostic mondial pour orienter les décisions des politiques.

2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 2681, 26

de leur droit d'augmenter  
de 100 % le prix de vente.

de 1,1 % à 0,4 % par rapport à 1998  
même s'il est difficile de le prévoir les

chaperones, oligomers. Most are monomeric, monomeric, but are

la Dm, ce serait peut-être  $\nabla$  en

Provenç, un dels de temperatura (d'alt  
altitud) de més de 1' en un any.

At your approval for situation:

→ Aux hautes latitudes, vers les  
pôles, du glacie et à l'équateur.

done to me I placed my hand on my forehead and wept.

*Il pleure d'ennui.*  
— Dans les jours indifférents

Get more syntheses here

*Thermophilus* soil, it is present in over  
plus de richesses.

À la suite de la fonte des glaciers et

*À cause de la dilution des actions,  
le volume des parts exerce un effet vertueux.*

page, comme le Bangladesh.

1. *How many people are in the group?*

*Performance de l'arbre, photos et de*

schweren, Millionen stamm  
in schweren, stamm in

© 2004 Blackwell Publishing Ltd, *Journal of Internal Medicine* 255: 103–110

Les vols les impressionnantes parcourent  
Et sont très forte plus petites, elle ne

post-positive of one modulation condition only.

print in production



© 2000 Blackwell Science Ltd

© 2006 Blackwell Publishing Ltd *Journal of Internal Medicine* 260: 103–110

---



# Bibliographie sommaire

*Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres*, Alain Maurel, Lavoisier, 2006.

*Les eaux continentales*, Rapport de l'Académie des Sciences, EDP, 2006.

*Allons-nous manquer d'eau ?*, V. Andréassian et J. Margat,













*L'eau*, Ghislain de Marcilly, coll. Domino, Flammarion, 1995.

*Atlas mondial de l'eau*, Salif Diop et Philippe Rekacewicz, Paris, Revue autrement, 2003.

*L'eau et la vie*, Bernard Rio, éditions du Dauphin, 2006.

---

# Table des matières

Présentation .....	4
 1 L'eau sur Terre : des chiffres terribles .....	7
 2 Terre, planète exceptionnelle : bleue ! .....	17
 3 Le cycle de l'eau : il ne tourne pas toujours rond ! .....	27
 4 L'eau douce, une ressource très particulière .....	35
 5 L'eau utilisable, l'eau utilisée, l'eau gaspillée.....	43
 6 L'eau du robinet, un privilège ! .....	57
 7 Le nettoyage des eaux usées .....	65
 8 L'eau qui rend malade, l'eau qui tue .....	73
 9 Le difficile partage de l'eau .....	79
 10 Changement climatique et avenir de l'eau .....	89
 11 Quand l'avenir de l'Homme passe par l'avenir de l'eau ..	95
 12 L'eau pour tous, tous pour l'eau ! .....	103
Quiz .....	110
Bibliographie .....	126

---





- D'où vient l'eau ?
- Si la Terre avait la taille d'une orange, quelle quantité représenterait l'eau douce ?
  - a) une cuillère à soupe
  - b) une goutte
  - c) une tasse
- Combien de fois le tour de la Terre pourrait-on faire avec les kilomètres de canalisations entretenues en France ?

Livret d'accompagnement  
de l'exposition

L'eau pour tous, tous pour l'eau !

6 €

ISBN 978-2-84280-136-6



9 782842 801366