



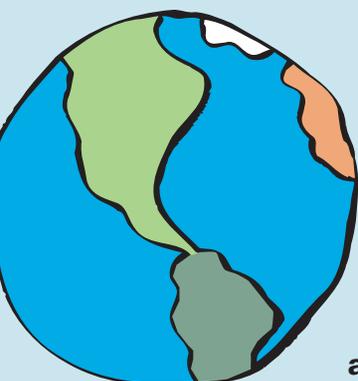
for a living planet®



Dossier
pédagogique

L'eau

L'eau est partout



Elément omniprésent de notre paysage, elle nous abreuve, elle nous lave ou nous divertit. Elle fait même partie intégrante de notre corps. En Suisse, avoir à disposition de l'eau de qualité, à n'importe quel moment et en quantité indéterminée, nous fait oublier la valeur de ce bien commun qui est, pour beaucoup d'humains, difficilement accessible et souvent pollué.

Face à la dégradation des écosystèmes liés à l'eau et à la raréfaction de l'eau potable, le WWF a fait de l'eau un de ses domaines d'activité prioritaire. Il s'engage à préserver l'eau en tant que ressource et à protéger les milieux aquatiques ainsi que la biodiversité qu'ils abritent.

Pour exemples, au niveau mondial, le WWF promeut une agriculture respectueuse de l'environnement, concernant la culture du coton en particulier (la fabrication d'un T-shirt nécessite jusqu'à 20'000 litres

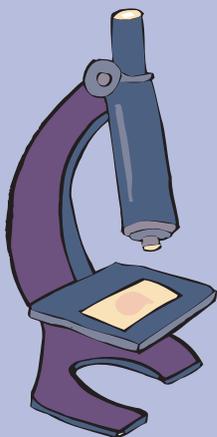
d'eau). En Amérique du Sud, il favorise la création de réserves naturelles en Amazonie et dans le Pantanal (plus grande zone humide au monde).

En Suisse, le WWF lutte contre le bétonnage et la pollution des rivières et est particulièrement actif dans la revitalisation des cours d'eau et des plans d'eau (www.wwf.ch/fr/lewwf/notremission/eau/index.cfm).

Dans ce dossier pédagogique, nous vous proposons une vue d'ensemble de la problématique «eau». «Simple» molécule ou élément complexe doté de propriétés extraordinaires? Source de vie ou source de mort selon son rapport avec l'Homme? Ressource inépuisable ou ressource menacée et fragile? Autant de facettes que nous avons choisi d'aborder du «général au particulier». En partant de l'élément chimique, nous découvrirons les liens et interactions de l'eau avec la planète Terre, avec l'Homme, avec la Suisse et pour finir avec chacun d'entre nous.



Panneau indiquant un point d'eau dans le désert, Tunisie
© WWF-Canon / Michel GUNTHER



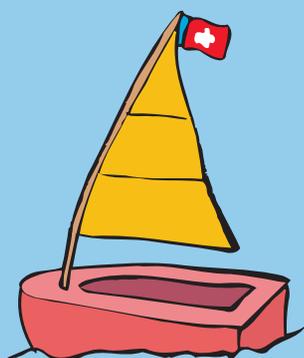
* 1. L'eau et la vie; l'eau est la vie !	4
1.1 Une apparition bien précoce	6
1.2 Mais qu'est-ce que l'eau au juste ?	6
1.3 Les états de l'eau ?	7
1.3.1 Etat solide	7
1.3.2 Etat gazeux	8
1.4 Des propriétés physiques étonnantes	8
1.5 Tout ce qui vit a besoin d'eau	9
1.6 Le cycle de l'eau, une histoire sans fin	10



* 2. L'eau et la planète Terre	12
2.1 La Terre, une planète bleue	14
2.2 Une répartition géographique inégale	14
2.3 Les milieux d'eau salée	15
2.4 Les milieux d'eau douce	16
2.4.1 Les cours d'eau	16
2.4.2 Les lacs	16
2.4.3 Les zones humides	17
2.4.4 Neiges, glaces et glaciers	17
2.4.5 L'eau souterraine	18



3. L'eau et l'Homme	20
3.1 Quelques étapes de la conquête de l'eau	22
3.2 Les inégalités liées à l'eau	22
3.2.1 La disponibilité, l'accès et l'assainissement	22
3.2.2 Une consommation inégale	24
3.3 Quel avenir pour l'eau douce ?	25
3.3.1 Vers une pénurie d'eau ?	25
3.3.2 Vers une eau de qualité toujours moindre ?	25
3.3.3 Le dessalement de l'eau de mer et la méthode «Sodis»	26
3.4 Quel avenir pour les hommes ?	27
3.4.1 Vers des conflits armés pour l'eau ?	27
3.4.2 L'eau ; un bien, une lutte	27



* 4. L'eau et la Suisse	28
4.1 De l'eau potable partout	30
4.2 Interventions et atteintes	30
4.2.1 La correction des cours d'eau	30
4.2.2 Le retour en arrière	30
4.2.3 La Suisse : une histoire de barrages	31
4.2.4 Les zones humides	32
4.2.5 Agriculture et industrie	33
4.3 La loutre bientôt de retour ?	34
4.3.1 Un animal mal-aimé et chassé	34
4.3.2 A quand la loutre dans nos rivières ?	34



* 5. L'eau et moi	36
5.1 D'où vient l'eau de mon robinet ?	38
5.2 Où va l'eau une fois utilisée ?	38
5.3 Mon impact global sur l'eau: j'en utilise et je la pollue	40
5.3.1 Deux approches de sensibilisation	40
5.3.2 Consommation directe	41
5.3.3 Consommation indirecte	41

Annexes	43
Fiches de test sur la rivière et quiz sur la loutre	44

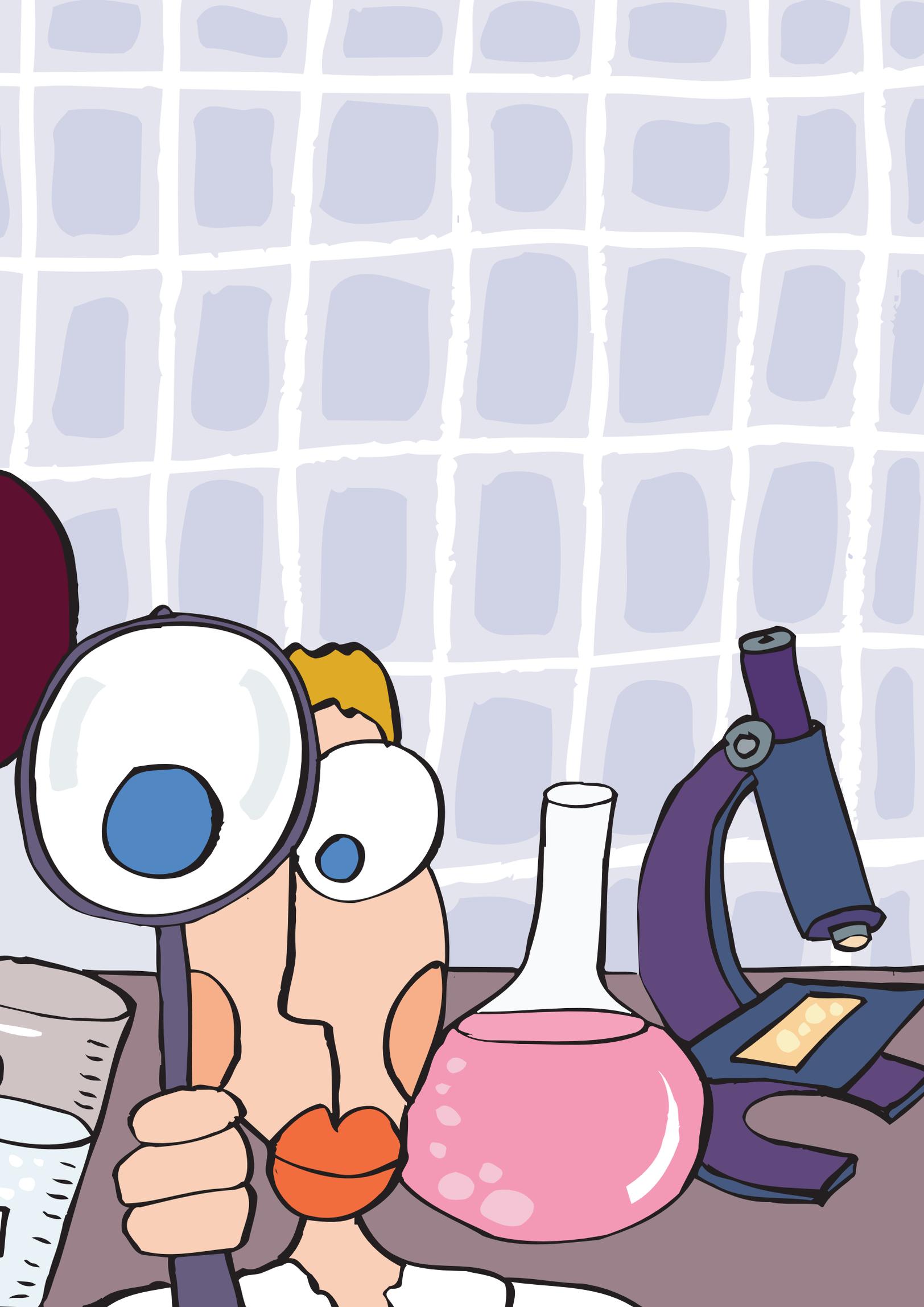
Références bibliographiques	50
------------------------------------	-----------

* Chapitres à préparer avant la visite du Pandamobile

L'eau et la vie; l'eau est la vie !

Depuis son apparition sur la Terre, l'eau a joué un rôle essentiel dans l'émergence de la vie d'une part et dans sa perpétuation d'autre part. Ceci grâce à des propriétés chimiques et physiques que l'on ne rencontre que chez elle. Mais qu'est-ce qui fait donc de l'eau une substance à la fois si ordinaire et si singulière ?





1.1 Une apparition bien précoce

L'eau est apparue très tôt dans l'histoire de la Terre. Il y a **environ 4 milliards d'années**, la planète en se constituant a rejeté d'énormes quantités de vapeur d'eau. En se refroidissant, celle-ci s'est condensée et est retombée sous forme de pluies, formant ainsi les premiers océans et continents. Quelque 500 millions d'années plus tard, la vie a commencé à se développer dans le fond des océans. Et selon les connaissances actuelles, il n'y a pas de vie possible sans eau sous forme liquide.

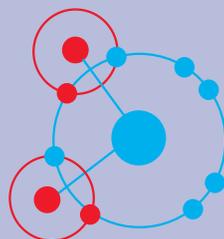
Le saviez-vous ?

A l'heure actuelle, la Terre est la seule planète du système solaire à abriter, en abondance, de l'eau sous sa forme liquide. A l'instar de toutes les planètes du système solaire qui aux premiers temps de leur formation ont possédé de l'eau, la planète Mars a certainement connu l'eau liquide, comme l'observation de «canaux» le laisse penser. Il ne reste cependant que de la glace, à l'heure actuelle. Mais Mars a-t-elle connu par le passé une certaine forme de vie ? La question reste ouverte.

L'eau qui a accueilli les premiers êtres vivants est **la même eau** que celle que nous côtoyons chaque jour. Se déplaçant aux rythmes des courants atmosphériques et marins, une molécule d'eau peut servir aujourd'hui à faire cuire des pâtes, après avoir transité dans les racines d'un arbre ou dans un autre organisme vivant. Quoi qu'il en soit, la quantité totale d'eau sur la Terre a toujours été la même depuis son apparition.

1.2 Mais qu'est-ce que l'eau au juste ?

L'eau est définie comme un liquide transparent, sans odeur et sans saveur, formé par la combinaison de l'**hydrogène** (H) et de l'**oxygène** (O). Sous certaines conditions de température et de pression, un atome d'O et deux atomes d'H s'assemblent pour former la molécule d'eau appelée H_2O . Bien qu'électriquement neutre, la molécule d'eau est polarisée (les charges ne sont pas réparties de manière homogène). En effet, la position particulière de l'atome d'O, chargé négativement, et des atomes d'H chargés positivement, génère des forces électriques dans la molécule. Entre elles, les molécules d'eau se disposent de façon à rééquilibrer ces forces, en formant ce



Structure de la molécule d'eau

que l'on appelle des **liaisons hydrogènes**. C'est ce lien entre les molécules qui crée la tension superficielle de l'eau, sorte de membrane résistante et élastique. Celle-ci permet par exemple au gerris (petite punaise aquatique) de «marcher sur la surface de l'eau».



Gerris Lacustris

Outre la tension superficielle de l'eau, une autre conséquence des liaisons hydrogènes est la **capillarité**. Il s'agit de la capacité de l'eau à s'élever, par exemple à l'intérieur d'un tube fin ou capillaire. Les molécules, attirées par le verre, s'accrochent par les liaisons hydrogènes et montent, par capillarité, à l'intérieur du tube. C'est de cette manière que le papier buvard aspire l'eau: les interstices minuscules entre les fibres du papier agissent comme des capillaires et attirent l'élément liquide vers le haut.

ACTIVITÉ

Objectif:

mettre en évidence la capillarité de l'eau.

Matériel:

céleri branche, eau colorée avec de l'encre.

Déroulement:

tremper la tige du céleri branche dans l'eau.

L'eau colorée monte alors par capillarité dans les vaisseaux de la plante. Cela illustre la manière dont l'eau monte dans les plantes par les racines, phénomène également dû au fait

que l'évaporation de l'eau par les feuilles entraîne une aspiration vers le haut (cf. point 1.6).

On peut également faire l'expérience en arrosant une plante verte, non pas par en haut, mais par en bas, en mettant de l'eau dans la soucoupe. L'eau monte alors dans la terre, par capillarité et disparaît de la soucoupe.



donc de glace formée par les précipitations. Seul un neuvième de leur masse totale émerge de la surface.

Le saviez-vous ?

C'est pour abaisser le point de congélation de l'eau que les routes sont salées en hiver.

Outre son impact sur le point de congélation, le sel influence également la densité de l'eau. Plus sa quantité est élevée et plus la densité de l'eau est forte. Pensez à la mer Morte: l'eau y est tellement salée que nous pouvons y flotter très facilement.

1.3 Les états de l'eau

L'eau ne se rencontre pas uniquement sous sa forme liquide. Quand elle est sous forme solide, c'est de la **glace** et quand elle est sous forme gazeuse, c'est de la **vapeur d'eau**. L'eau est le seul élément que l'on peut rencontrer sur terre sous ces trois principaux états de la matière. Mais quel que soit son état, l'eau est un élément **mobile**, car même un glacier se déplace.

1.3.1 Etat solide

Pour passer de l'état liquide à l'état solide, l'eau doit être refroidie à **moins de 0°C**. A cette température, les molécules d'eau forment des motifs hexagonaux dans lesquels il reste beaucoup d'espaces vides. Du fait de cet espace, la glace prend plus de place que l'eau, c'est pourquoi il peut arriver que des canalisations d'eau gèlent et éclatent.

Comme il faut moins de molécules d'eau pour faire de la glace, celle-ci est moins dense et donc elle flotte !

Le saviez-vous ?

C'est à 4°C que l'eau atteint sa densité la plus forte. C'est pourquoi l'eau du fond des lacs suffisamment profonds a une température de 4°C.

L'eau de mer, salée, ne gèle pas à 0° mais à -2°C, car le sel a la capacité d'abaisser le point de congélation de l'eau. Lorsque la mer gèle, elle forme la banquise, gigantesque puzzle de plaques (appelées floes), plus ou moins fragmentées selon les courants et les marées. Les icebergs, gros blocs de glace flottant sur la mer, sont quant à eux constitués d'eau douce. Ils se sont détachés des inlandsis (calottes glaciaires comme l'Antarctiques ou le Groenland) et proviennent



Iceberg tabulaire; Mer de Scotia, Antarctique

© WWF-Canon / Sylvia RUBLI



Lecture du journal dans la Mer Morte

ACTIVITÉ 1

Objectif:

montrer que la glace flotte.

Matériel:

glaçons, verre d'eau.

Déroulement:

mettre les glaçons dans un verre.

Réflexion:

poser la question: «Si la glace ne flottait pas, que se passerait-il dans la nature»

Réponse: sans cette propriété de la glace à être moins dense que l'eau, elle coulerait au fond des océans à mesure qu'elle se crée, y excluant toute forme de vie.

ACTIVITÉ 2

Objectif:

montrer que l'eau augmente de volume quand elle gèle.

Matériel:

bouteille en PET.

Déroulement:

remplir la bouteille en plastique, la laisser ouverte et la mettre au congélateur. Après une nuit, une colonne de glace dépassera de la bouteille ou celle-ci sera fendue.

ACTIVITÉ 3

Objectif:

tester la flottaison de divers objets et les changements de densité dus au sel.

Matériel:

bassine d'eau, divers objets (bois, liège), sel, oeuf cru.

Déroulement:

tester la capacité à flotter des divers objets. Remplir ensuite un verre d'eau et y déposer l'oeuf. Celui-ci coule. Ajouter du sel jusqu'à ce que l'oeuf remonte à la surface, car la densité de l'eau augmente.

1.3.2 Etat gazeux

Pour passer de l'état liquide à l'état gazeux l'eau doit être chauffée. A **100°C** (point d'ébullition), toute l'eau sera rapidement transformée en vapeur, parce que l'énergie est alors suffisante pour diviser tous les liens moléculaires de l'eau. Entre 0° et 100°C,

seules certaines molécules ont assez d'énergie pour s'échapper dans l'atmosphère.

Il y a d'autres facteurs que la **température** qui favorisent l'évaporation, comme **une humidité relative faible** (l'air peut accueillir plus de vapeur d'eau), des **vents forts** ou une **faible pression atmosphérique** (l'eau s'arrache plus facilement de la surface). En montagne par exemple, où la pression atmosphérique diminue avec l'altitude, l'eau va bouillir à une température plus basse. Ainsi, vers 4 800 mètres d'altitude, l'eau bout à 84°C. Il est donc impossible, au sommet du Mont Blanc, de cuire complètement un oeuf dur, sa température de cuisson étant supérieure à 84°C.

Le saviez-vous ?

Dans son cycle incessant, une molécule d'eau se retrouve sous une de ses trois formes pendant des durées très variables. Sous forme de vapeur, elle séjourne en moyenne 8 jours dans l'atmosphère. Sous forme liquide, elle peut demeurer jusqu'à 2500 ans dans les océans, de 10 à 1000 ans dans les lacs et environ 2 semaines dans les rivières. Dans un glacier, le temps de résidence peut atteindre 10 000 ans.

1.4 Des propriétés physiques étonnantes

L'eau est **un solvant**. Cela signifie qu'elle est capable de dissoudre à peu près toutes les substances.

Ainsi, les végétaux puisent dans le sol une eau chargée en sels minéraux comme les nitrates, les phosphates ou les chlorures. L'eau dissout en outre de nombreux produits liquides (alcool, sirop), gazeux et solides (sucre, sel, savon).

Les substances grasses, comme les huiles, le pétrole et ses dérivés (par ex. l'essence) ne se dissolvent pas dans l'eau. Elles sont **hydrophobes**.

ACTIVITÉ

Objectif:

tester la solubilité de divers éléments dans l'eau.

Matériel:

bassine d'eau, sucre, sel, vinaigre, sirop, huile, etc.

Déroulement:

mélanger les divers éléments avec l'eau.

Réflexion:

Poser la question: «Est-il possible de retirer le sel de l'eau?» En laissant une soucoupe

avec de l'eau salée au soleil, on peut aborder le thème du dessalement de l'eau de mer (cf. point 3.3.3), où l'eau s'évapore sans le sel.

L'eau sert de **référence** à de nombreuses mesures. L'échelle de température des degrés Celsius est échelonnée à partir des changements d'états de l'eau, de la glace au liquide (0°C) et du liquide à la vapeur d'eau (100°C), mesurés au niveau de la mer. Quant à la mesure du poids, 1 kg est égal au poids d'1 dm³ d'eau (1l) à une température de 4°C.

L'eau est **amorphe**: elle n'a pas de forme propre, mais prend celle du récipient qui la contient. Sa surface au repos est toujours horizontale, exception faite d'une simple goutte d'eau posée sur une surface plane qui, elle, garde une forme arrondie. De plus, l'eau est **incompressible**, ce qui signifie qu'il est impossible, par une pression, de la faire diminuer de volume.

L'eau a une **capacité thermique très élevée**, ce qui veut dire qu'il faut beaucoup d'énergie pour chauffer ou pour refroidir un volume d'eau. Ceci implique que l'action de l'énergie solaire sur la Terre, composée à 70% d'eau, ne fait pas beaucoup varier sa température au fil des saisons. La chaleur stockée par les océans est restituée à l'atmosphère en hiver.

Lien: au point 2.3, nous découvrirons plus en détail le rôle des océans et plus particulièrement des courants océaniques dans la régulation du climat de notre planète.

1.5 Tout ce qui vit a besoin d'eau

Pour tous les animaux et les végétaux, l'eau est un besoin vital. Elle est même un constituant essentiel de **tous les organismes vivants** (animaux 60% et végétaux 75% en moyenne).

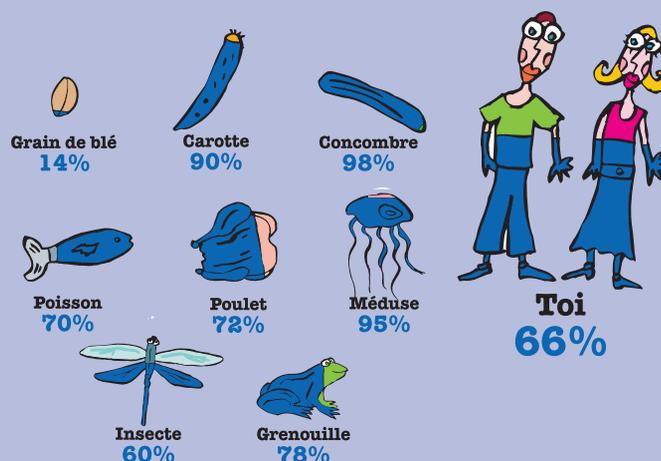
Chez l'Homme, elle constitue environ le **66% de notre corps**; 75% des muscles, 90% du cerveau et 22% des os. Le flux permanent de l'eau qui irrigue toutes nos cellules permet l'apport de nutriments et le transport des déchets et des toxines vers les reins, qui les filtrent. Notre corps évacue, par la respiration, la transpiration et les excréctions, environ **2,5 l d'eau par jour**. Si cette perte n'est pas compensée, cela peut être dangereux pour la santé; à plus de 15% de perte, cela peut entraîner la mort! Un être humain peut survivre 10 à 15 jours sans manger, mais seulement 2 à

3 jours sans boire. Pour nous le rappeler, l'organisme a inventé un signal d'alarme efficace: **la soif**.

Le saviez-vous ?

Certains animaux, comme le chameau se sont adaptés à un environnement plus sec: il peut en effet avaler 120 l d'eau en quelques heures et ne plus boire ensuite pendant un mois.

Quelques chiffres: proportion d'eau dans divers organismes (ces chiffres moyens peuvent varier d'une source à une autre)



ACTIVITÉ

Objectif:

mettre en évidence que les feuilles contiennent de l'eau.

Matériel:

pochette en plastique transparente, feuille d'arbre.

Déroulement:

placer une feuille d'arbre dans la pochette en plastique transparente que l'on ferme hermétiquement et la laisser au soleil. Des gouttes apparaîtront sur les parois de la pochette. L'eau évaporée des feuilles condense au contact de la pochette, dont l'extérieur est plus froid que l'intérieur.

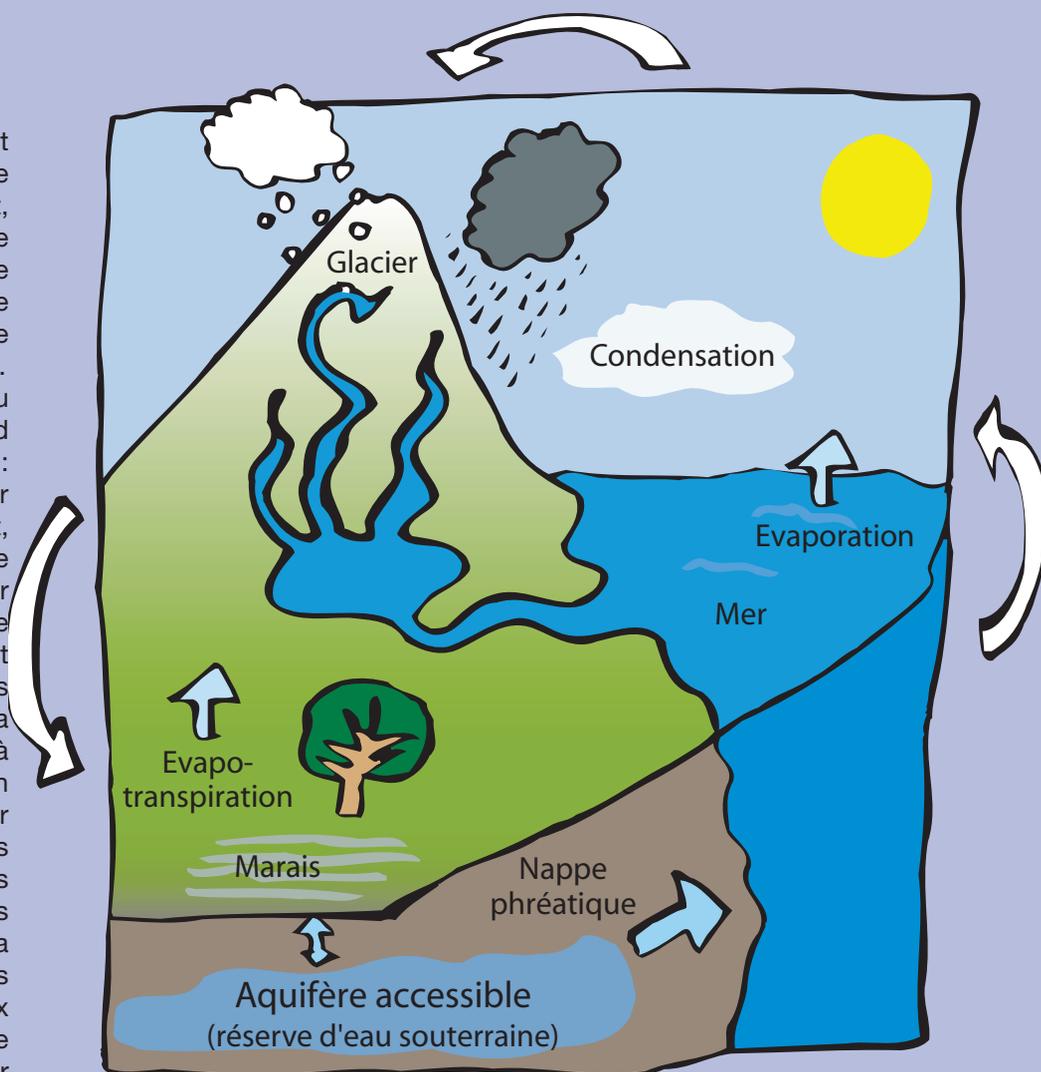
1.6 Le cycle de l'eau, une histoire sans fin

De la mer à la terre en passant par les nuages, l'eau effectue un incessant va-et-vient, essentiel à l'équilibre de notre planète. Le moteur de ce mouvement continu est le soleil, dont l'action chauffante permet l'**évaporation** de l'eau. La quantité de vapeur d'eau que peut contenir l'air dépend de la température de celui-ci : plus elle est élevée, plus l'air peut en contenir. En s'élevant, l'air se refroidit, obligeant une partie de la vapeur à repasser à l'état liquide. Ce phénomène nommé **condensation** produit des particules minuscules de liquide (de glace si la température est inférieure à 0°C), qui se maintiennent en suspension du fait de leur faible masse et qui forment les nuages. Lorsque ces particules se lient pour former des gouttes ou des cristaux de glace, la force de gravité les attire alors vers la terre, donnant lieu aux **précipitations**, appelées pluie si la surface est atteinte par des gouttes, neige ou grêle si c'est de la glace.

Un tiers de l'eau des précipitations s'écoule sur la terre et retourne à la mer (**ruissellement**), un autre tiers s'infiltrate dans le sol et alimente les nappes souterraines (**percolation**), tandis que le dernier tiers s'évapore.

Le saviez-vous?

Dans les pays industrialisés, l'eau a de plus en plus de peine à s'infiltrer dans le sol, parce que les surfaces sont de plus en plus bétonnées, ce qui les rend imperméables. L'eau ruisselle donc et rejoint les cours d'eau. Ceux-ci ne disposant souvent plus de l'espace disponible pour déborder et absorber cette eau, les risques d'inondations sont fortement augmentés.



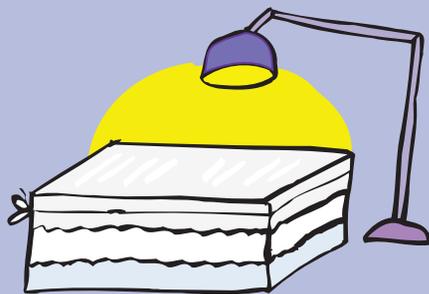
Le cycle de l'eau

ACTIVITÉ 1

Objectif:
représenter le cycle de l'eau.

Matériel:
récipient transparent, film plastique, scotch.

Déroulement:
remplir d'eau le récipient jusqu'à la moitié et le fermer hermétiquement avec le film plastique. L'installer au soleil ou sous une lampe. Laisser chauffer (il faut environ 1h) jusqu'à ce que les premières gouttes évaporées condensent sur la feuille de plastique et précipitent comme de la pluie dans le récipient.

**Le saviez-vous?**

En été, un grand chêne peut rejeter jusqu'à 500 litres d'eau par jour dans l'atmosphère.

ACTIVITÉ

Objectif:
illustrer la transpiration des végétaux et le cycle de l'eau au travers d'une plante.

Matériel:
bocal hermétique, plante.

Déroulement:
placer la plante avec la terre dans le bocal, l'arroser et fermer le bocal. Laisser la plante à la lumière et observer, au fil des jours. L'eau va être rejetée par les feuilles sous forme de vapeur, va condenser sur les bords du bocal pour retourner à la terre et nourrir à nouveau la plante. La même eau est ainsi utilisée plusieurs fois. Plus besoin donc d'arroser, par contre il est nécessaire d'aérer brièvement le bocal 1 à 2 fois par semaine. Eviter de mettre le bocal en plein soleil, la plante risque de pourrir à cause de la chaleur.

ACTIVITÉ 2

Objectif:
se mettre à la place d'une goutte d'eau et faire fonctionner son imagination.

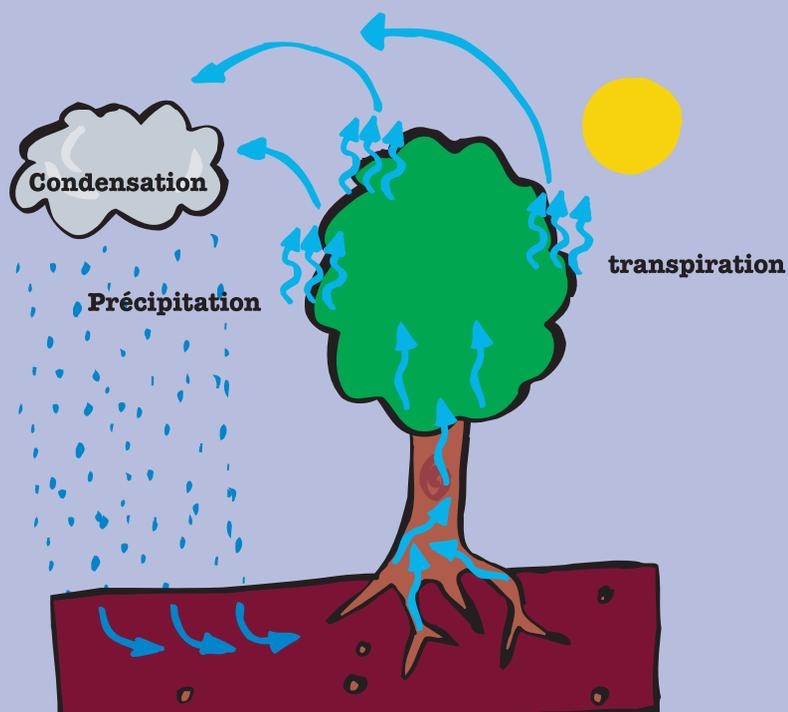
Matériel:
de quoi écrire et dessiner.

Déroulement:
proposer aux enfants de composer un journal, un récit de voyage ou une bande dessinée relatant la vie, pendant un mois d'une gouttelette d'eau. D'où vient-elle, quelles expériences a-t-elle vécues, par où est-elle passée (rivière, lac, robinet, casserole, nuage, etc.) ?

Au phénomène de l'évaporation de l'eau des océans, des lacs et des cours d'eau, s'ajoute celui de la transpiration des végétaux. Ces derniers rejettent en effet une quantité d'eau non négligeable lors de l'élaboration de la matière vivante qui les constitue. Lors du processus de la **photosynthèse**, l'eau s'associe au gaz carbonique de l'air pour former du glucose, grâce à la lumière du soleil. L'eau en excès est rejetée par les feuilles.

L'évaporation de l'eau vue auparavant et la transpiration des végétaux sont réunis sous un terme : l'**évapotranspiration**.

La transpiration des végétaux



L'eau et la planète terre

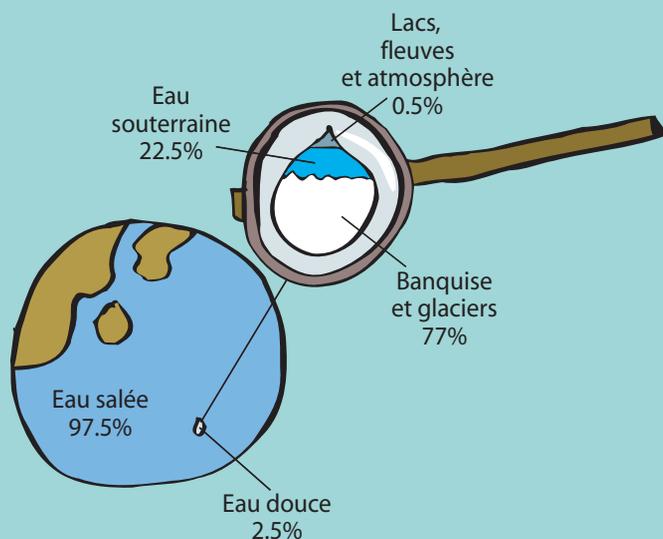
Si nous avons la chance de poser le pied sur la Lune, le spectacle que nous offrirait notre planète Terre serait celui d'une vaste étendue bleue, faite d'océans et de mers, entourant quelques continents épars. Approchons-nous un peu plus afin de découvrir réellement la place de l'eau sur notre planète.





2.1 La Terre, une planète bleue

La **surface** de la Terre est recouverte de **75% d'eau**, pour un volume total estimé à **1,385 milliard de km³**. De cette énorme quantité, seule une toute petite partie est disponible pour subvenir à nos besoins quotidiens d'Homme et à ceux générés par nos activités. En effet, **97,5%** de l'eau se trouve dans **les océans et les mers**, et cette eau, contenant en moyenne 3,5 g de sel par l, est impropre à notre consommation. Issus de l'action érosive de l'eau sur le continent, le sel ainsi que toutes sortes d'autres particules sont transportés par les rivières et les fleuves et s'accumulent depuis des millions d'années dans les océans. Les **2,5%** restants sont donc de **l'eau douce**. Plus du 75% de cette eau douce est stocké dans les glaciers, sous forme solide. Le reste se partage entre **les nappes souterraines, les lacs, l'humidité des sols et de l'air, les cours d'eau**, ainsi que tous **les organismes vivants**. En additionnant l'eau exploitable par l'Homme (cours d'eau, lacs et nappes souterraines peu profondes), la quantité d'eau douce disponible représente environ 10 millions de km³ soit **moins de 1%** du volume total d'eau de la planète.



Rapport eau salée/eau douce et eau douce stockée/eau douce disponible

2.2 Une répartition géographique inégale

Le fait d'avoir de l'eau dans une région dépend avant tout des **conditions climatiques**, plus précisément de la différence entre les précipitations et l'évaporation, ce qui représente l'écoulement. Une des régions qui manque le plus cruellement d'eau est située sous **les tropiques**, en Afrique (le Sahara), où l'évaporation est intense et les précipitations rares. En effet, les masses d'air poussées à s'élever sur l'équateur redescendent sur les tropiques, après avoir perdu quasiment toute leur humidité sous forme de précipitations. **Le bilan hydrique (précipitations - évaporation)** y est donc négatif, à l'instar d'autres régions comme le centre de l'Asie, où les précipitations sont faibles en hiver et l'évaporation forte en été. Par contre sous les tropiques en Asie, le phénomène de la mousson amène des étés très arrosés. A cette saison, les vents sont inversés et soufflent de l'Océan Indien vers le continent, amenant de ce fait beaucoup d'humidité.

Avoir de l'eau dépend aussi de facteurs liés au **relief**. Posséder des montagnes de haute altitude qui permettent d'amasser des **réserves** sous forme de glace, avoir un sous-sol capable d'accumuler de l'eau dans une nappe souterraine, abriter de nombreux lacs sont autant de facteurs qui déterminent la quantité d'eau à disposition. En cas de déficit saisonnier, les pays au bilan hydrique annuel positif, comme la Suisse, peuvent avoir recours à leurs réserves, en particulier les nappes souterraines. Dans les régions au bilan hydrique annuel déficitaire, l'utilisation des réserves peut conduire, à long terme, à leur épuisement.

ACTIVITÉ

Objectif: se rendre compte de la répartition géographique de l'eau par rapport aux continents, identifier les régions avec ou sans eau douce.

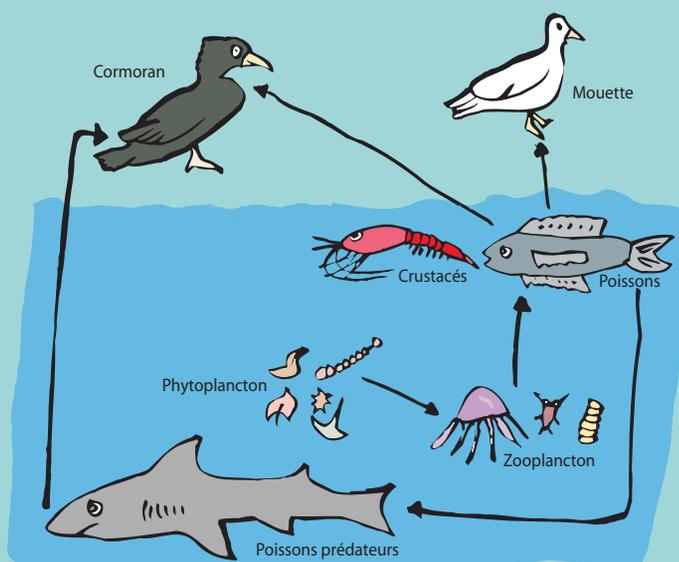
Matériel: atlas.

Déroulement: les enfants se mettent par groupe et observent la Terre à une petite échelle. Ils essaient d'après leur notions de géographie (relief et climat), de trouver les régions où il y a beaucoup d'eau douce et celles où il y en a peu.

Lien: il est possible d'allier cette activité avec celle du pt 3.2, où l'on intègre l'Homme en tant qu'utilisateur de l'eau douce. L'inégale répartition de la ressource «eau» crée des disparités au niveau de la consommation et est génératrice de conflits entre pays voisins.

2.3 Les milieux d'eau salée

Les mers et les océans occupent une place déterminante sur notre planète. Non seulement utiles à l'Homme en tant que fournisseurs de **nourriture, de minéraux ou de produits de base pour des médicaments**, ils constituent également des **axes de communication et d'échanges commerciaux** importants ainsi qu'un vaste réservoir de **diversité biologique**. En effet, si seule la couche supérieure de la Terre constitue un support pour la vie, les mers et les océans sont en revanche habités de leur surface à leurs profondeurs, qui peuvent atteindre 11'000 m. Cela représente 99% de l'espace disponible pour la vie. Pour de nombreux scientifiques, l'essentiel de la biodiversité se trouverait dans la mer.



La chaîne alimentaire marine

La plupart des organismes vivent à proximité des côtes, là où la lumière du soleil pénètre jusqu'au fond et où les plantes marines abondent. Juste sous la surface se trouve le **phytoplancton** (plantes microscopiques qui se «nourrissent» de gaz carbonique). Celui-ci nourrit le **zooplancton**, mangé alors par les plus petits poissons, les crustacés ou les cétacés à fanons, ainsi de suite jusqu'aux plus gros prédateurs, formant une chaîne alimentaire complète.

Les mers et les océans jouent également un rôle important concernant le **climat**. La majeure partie de l'énergie solaire atteignant la Terre au niveau de l'Equateur,

les différences de température ainsi créées génèrent des mouvements de masses d'air et d'eau respectivement dans l'atmosphère et les océans.

Mais les mouvements dans les océans ne sont pas uniquement dus à la différence de température, la salinité joue également un rôle; plus l'eau est salée, plus elle est dense. Ces variations induisent la circulation **thermohaline** (thermo: la chaleur, haline: le sel). A noter que le vent peut aussi être une composante de ces mouvements. **Le Gulf Stream**, courant marin bien connu transporte, à travers l'Atlantique Nord, les eaux tropicales très chaudes de la mer des Caraïbes et du Golfe du Mexique vers l'Europe du Nord. Ainsi, à latitudes égales, l'Europe du Nord bénéficie d'un climat beaucoup plus doux que le continent Nord-américain.

Les conséquences du **réchauffement climatique** sur la circulation océanique sont difficilement prévisibles. Ce qui est sûr, c'est que le niveau des océans va s'élever, du fait de la dilatation de l'eau et de la fonte des glaces polaires et continentales. D'ici 2050, le niveau de la mer pourrait monter de 20 à 50 cm, inondant d'immenses zones côtières habitables et agricoles, ainsi que des archipels (comme celui des Maldives, fortement menacé).

Pour en savoir plus sur les changements climatiques:

<http://www.wwf.ch/fr/lewwf/notremission/climat/index.cfm>

D'autres menaces pèsent sur les écosystèmes côtiers et marins. En effet, bien que reconnus comme indispensables, les mers et les océans ne bénéficient pas



Sable et nuages sur l'océan, Seychelles
© WWF-Canon / Martin HARVEY

pour autant de la protection nécessaire. Les activités humaines dégradent sans cesse leurs nombreuses richesses, **par des pollutions de toutes sortes ou par la surexploitation des ressources (pêche, minerais, etc.)**. La pollution provient essentiellement des activités terrestres (rejets d'eaux usées, rejets agricoles ou industriels, déchets solides, etc.) par le biais des fleuves. L'autre partie est issue des déversements directs par les bateaux (nettoyage des cuves d'hydrocarbures, marées noires, etc.).

De plus, que ce soit pour exploiter les minerais tirés des fonds marins ou pour satisfaire à la demande croissante des produits culinaires venant de la mer, **l'Homme n'applique aucune politique de durabilité**. Il semble que l'étendue des mers et des océans, si vaste, rende l'Homme aveugle à l'importance et à l'urgence du problème de dégradation systématique de cet écosystème.

Pour en savoir plus sur ce qui menace les océans:

<http://www.wwf.ch/fr/lewwf/notremission/mers/index.cfm>

2.4 Les milieux d'eau douce

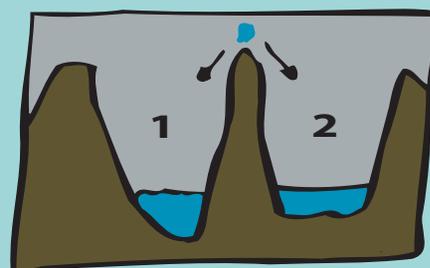
2.4.1 Les cours d'eau



Méandres du fleuve Tamaya à travers l'Amazonie
© WWF-Canon / André BÄRTSCHI

Les cours d'eau qui sillonnent la surface de la Terre ne représentent qu'une infime partie de l'eau douce disponible. Leurs sources d'alimentation sont nombreuses: **précipitations, glaciers, neige ou sous-**

sol. Leur parcours débute d'ordinaire dans les montagnes et leur eau, entraînée par la gravité, s'écoule vers les points les plus bas de la planète que sont les mers et les océans. A part les rares cas où les cours d'eau aboutissent dans des plans d'eau fermés, tous les ruisseaux, les torrents ou les rivières rejoignent la mer ou l'océan. La surface de territoire qui récolte toutes les eaux rejoignant un même endroit (cours d'eau principal, lac ou mer) est appelée **bassin-versant**. Celui des grands fleuves comme l'Amazonie se décompose en autant de bassins-versants secondaires qu'il y a d'affluents sur le territoire couvert par le cours d'eau principal.



Structure de deux bassins-versants

La plupart des cours d'eau subissent des variations saisonnières de débits, c'est-à-dire des périodes de **basses eaux** (étiage) et des périodes de **hautes eaux** (crue), en fonction de leur mode d'alimentation principal, soit les pluies, la fonte des neiges ou la fonte des glaciers.

2.4.2 Les lacs

Lorsqu'un cours d'eau rencontre un **obstacle** naturel (éboulement, dépôt d'alluvions, coulée de lave) ou artificiel (barrage de retenue), l'eau s'accumule jusqu'à former un **lac**, étendue d'eau généralement douce et entourée de terres. Un lac peut se former également suite à d'autres phénomènes, notamment **tectoniques** (effondrements de portions de croûte terrestre), **volcaniques** (anciens cratères remplis d'eau ou caldeira) ou **glaciaires** (dépressions creusées par l'action érosive des glaciers). Les lacs ne sont généralement pas fermés, leur eau s'écoulant en direction de la mer par un cours d'eau nommé **émissaire**.

La plus grande réserve d'eau douce du monde est le **lac Baïkal**, situé au sud de la Sibérie. Avec ses 31000 km² de surface et sa profondeur atteignant 1673 m, il contient environ 22 000 km³ d'eau. Pour comparaison, le lac Léman (le plus grand lac d'Europe occidentale) a une superficie de 584 km² pour un volume de 89 km³.

Le saviez-vous ?

Dans les régions arides où l'évaporation intense permet une concentration des sels, il existe de grands lacs salés qui sont appelés mers intérieures, comme la mer Caspienne. Celle-ci constitue, avec une surface de 370 000 km², la plus grande étendue d'eau située à l'intérieur des terres.

2.4.3 Les zones humides

Marais de Mekhada, Algérie (Site Ramsar)
© WWF-Canon / Michel GUNTHER

Les milieux d'eau douce comptent, outre les lacs et les cours d'eau, **les zones humides, tels les étangs, les marais, les tourbières ou les zones alluviales**. Espaces de transition entre la terre et l'eau, les zones humides sont des milieux souvent d'une grande importance du point de vue environnemental. En effet, elles constituent non seulement un **réservoir** extrêmement riche de biodiversité végétale et animale, mais aussi un **refuge** extraordinaire pour les oiseaux migrateurs. De plus, elles remplissent des **fonctions naturelles** essentielles: elles préviennent les inondations en absorbant de grandes quantités d'eau, favorisant par ce biais la réalimentation des nappes souterraines et elles retiennent de grandes quantités de nitrates, issus principalement de l'agriculture.

Le saviez-vous ?

En 1971, une convention visant à protéger les zones humides et leurs ressources a été signée en Iran. Il s'agit de la convention de Ramsar. Au moment de la rédaction de ce dossier, la Convention comptait 146 parties contractantes, qui ont inscrit sur la Liste de Ramsar 1459 zones humides d'importance internationale (125,4 millions d'hectares).

Pour en savoir plus sur la convention de Ramsar:
<http://www.ramsar.org>

2.4.4 Neiges, glaces et glaciers

Au niveau mondial, une part prépondérante des eaux douces est stockée sous forme de glace. Il existe des glaciers de montagne, comme en Suisse, et des calottes glaciaires (inlandsis) dans les régions polaires, en Antarctique ou au Groenland (Arctique). Certaines calottes peuvent atteindre 2000 à 4000 m d'épaisseur. Les scientifiques estiment que le niveau de la mer s'élèverait de 600 m si les calottes des pôles venaient à fondre totalement.

Le saviez-vous ?

Il est possible de reconstituer l'évolution de la température atmosphérique en étudiant la glace des calottes polaires. En effet, celle-ci se forme par l'accumulation de couches successives dont la séquence peut être étudiée en réalisant un carottage en profondeur. L'air emmagasiné lors de la création de la glace permet de connaître la composition de l'atmosphère à une époque donnée, notamment la quantité de CO₂ (gaz carbonique) présent dans l'air. Par exemple, le forage de Vostok, en Antarctique, atteint près de 4 km de profondeur et permet de retracer l'évolution de la température des 400 000 dernières années.

A l'heure actuelle, la plupart des glaciers sont en train de fondre. Le glacier d'Aletsch (CH) par exemple, a perdu trois km depuis 1850. Ceci dit, il fait encore 22 km de long et 900 m d'épaisseur.



Glacier d'Aletsch, canton du Valais
© Centre Aletsch Pro Natura / Laudo ALBRECHT

2.4.5 L'eau souterraine

Une partie de l'eau qui s'infiltré dans le sol lors des précipitations retourne à l'atmosphère par le phénomène de l'évapotranspiration. Une autre partie pénètre dans le sol, couche superficielle contenant de nombreux micro-organismes qui se chargent de **la purifier**.

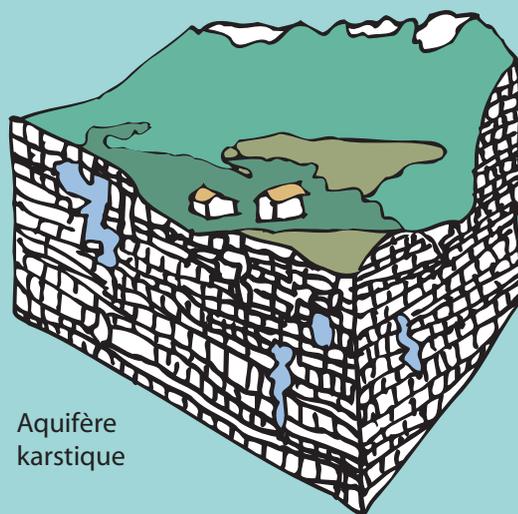
Cette purification résulte de trois actions différentes. Premièrement, le sol exerce une action **physique**, retenant la saleté à la manière d'un tamis. L'eau subit ensuite des transformations **chimiques et biologiques**. En effet, dans la couche superficielle du sol, la matière organique (humus) et les fines particules d'argiles s'associent et ont la capacité de retenir certaines substances, notamment polluantes, présentes dans l'eau. **Les micro-organismes et les bactéries** présents dans le sol, se chargent également de décomposer certaines substances indésirables, ce qui contribue à les neutraliser.

Au-dessous des horizons organiques et vivants se trouve le niveau des roches. Les formations rocheuses qui permettent à l'eau de s'écouler dans les interstices sont appelées **aquifères**. Il en existe trois types: de **roches meubles, fissuré et karstique**. Dans le premier, l'eau s'écoule dans les vides, souvent microscopiques, formés entre les grains de sable et de gravier des roches sédimentaires. Dans le second, l'eau s'infiltré par des micro-fissures occasionnées par les mouvements incessants de l'écorce terrestre. Dans le cas de l'aquifère karstique, les roches calcaires (typiques du Jura et des Préalpes) ont été dissoutes par l'eau, grâce au CO_2 (gaz carbonique) qu'elle contient et forment un réseau de conduits et de cavités parfois immenses.

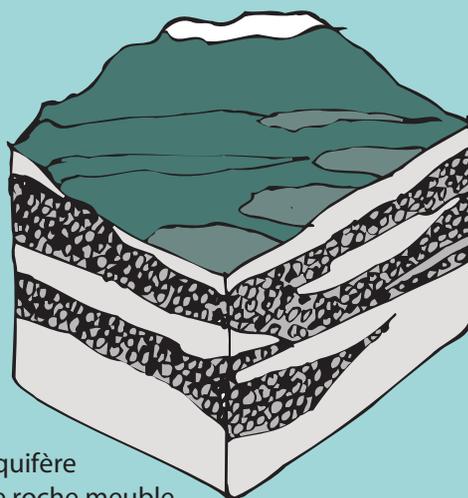
En s'accumulant dans ces aquifères, l'eau forme une nappe souterraine. L'eau souterraine n'est pas immobile: elle circule horizontalement le long des couches imperméables jusqu'à ce qu'elle ressorte à l'air libre et donne ainsi naissance aux **sources**.

ACTIVITÉ

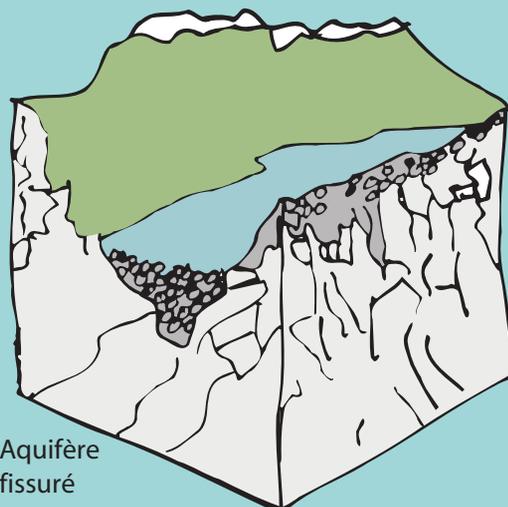
Emmener les enfants visiter une source, et goûter l'eau. Se rendre compte que c'est de l'eau qui a traversé le sol et la roche et qui est ainsi devenue potable (s'en assurer avant...). Il est important de vous renseigner auprès de votre commune.



Aquifère karstique



Aquifère de roche meuble



Aquifère fissuré

On qualifie **d'eau potable** une eau qui ne porte pas atteinte à la santé.

L'analyse chimique complète de l'eau porte sur près de **60 critères**, dont les deux principaux sont **le pH et la dureté**. Le pH indique dans quelle mesure un liquide est acide (pH bas, de 1 à 6) ou alcalin (pH élevé, de 9 à 14). L'eau pure a en principe un pH neutre, aux environs de 7. L'eau potable doit s'approcher de cette valeur. Le pH de l'estomac est proche de 1 et celui du citron équivaut à 3.

La dureté indique la quantité de calcium et de magnésium (sels minéraux) contenue dans l'eau.

Des **concentrations minimales** admises sont définies pour les paramètres de couleur, d'odeur, de température, d'oxygène dissous, de chlorures, de bactéries ou de toxiques comme le fer ou les nitrates.

Une eau souterraine qui possède, sans aucun traitement, la qualité d'une eau potable peut être qualifiée **d'eau minérale naturelle**. Celle-ci est considérée comme très peu minéralisée si sa teneur en sels minéraux est inférieure à 50 mg/l et fortement minéralisée si sa teneur est supérieure à 1500 mg/l. On parle d'eau acidulée si la teneur naturelle en CO₂ dépasse les 250 mg/l.

Près de la moitié des eaux souterraines captées et des eaux de sources prélevées pour la consommation peuvent être utilisées comme **eau potable** sans traitement, telles qu'elles sortent du sol.

Le saviez-vous ?

Selon une étude faite en Suisse par la Fondation pour la protection des consommateurs, plus de la moitié des eaux minérales ne sont pas de meilleure qualité que l'eau du robinet. De plus, il a fallu de l'énergie pour les conditionner en bouteille et pour les transporter dans les centres de distribution, ainsi, elles sont vendues jusqu'à 1000 fois plus cher que l'eau du robinet.

ACTIVITÉ

Objectif:

comparer les diverses eaux minérales que l'on a chez nous, en retrouver l'origine et étudier leur composition.

Matériel:

étiquettes ou bouteilles d'eau minérale, atlas.

Déroulement:

demander aux enfants de rechercher des étiquettes d'eau minérale ou de source.

Déterminer à l'aide de la carte, la provenance de ces eaux, étudier leur composition.

Réflexion:

est-ce justifié de boire de l'eau en bouteille?

Aborder l'aspect écologique (le conditionnement et le transport sont gourmands en énergie et polluent l'atmosphère) ainsi que le coût de l'eau (se renseigner sur le prix du m³ d'eau (1'000 l) dans votre école et le comparer au prix de l'eau en bouteille).

L'eau et l'Homme

De tout temps l'Homme a entretenu un rapport très étroit avec l'eau. S'installant de manière à y accéder facilement, y puisant sa nourriture, l'utilisant pour irriguer ses cultures, s'y déplaçant pour ses échanges commerciaux, etc. Un rapport étroit et vital... car sans accès à l'eau, l'Homme ne peut survivre.

A l'heure actuelle, aucune ressource, aussi essentielle soit-elle pour l'Homme, n'est à ce point source d'inégalités: inégalités dans sa répartition, sa disponibilité, son accès ou sa qualité. L'eau source de vie peut-elle devenir source de mort et de conflit ?





3.1 Quelques étapes de la conquête de l'eau

Autour du Nil d'une part, du Tigre et de l'Euphrate d'autre part, les **civilisations égyptienne et mésopotamienne** ont eu recours très tôt à l'irrigation. La trace des premiers puits, en Mésopotamie, date de - 6000 av. J.C et les premiers barrages sont l'œuvre des Egyptiens.

En 2500 av. J.C, les **Crétois** ont mis au point les premiers ouvrages d'adduction d'eau, amenant celle-ci dans les maisons par des tuyaux en terre cuite.

Sous l'**Empire romain**, un réseau d'aqueducs acheminait l'eau jusqu'au cœur des villes à travers des conduites en plomb.

Dans l'Antiquité, les Perses et les Chinois utilisaient la puissance de l'eau pour faire **fonctionner des moulins**. Vers l'an 1000 apr. J.C, les Européens les imitèrent et en 1882, des ingénieurs américains ont fabriqué du courant électrique en couplant une turbine à eau avec un générateur électrique.

A l'heure actuelle, on dénombre environ 45'000 barrages dont près de la moitié en Chine. Le rôle des **barrages** se répartit entre **production d'électricité, régulation des crues, irrigation ou constitution de réserves en eau douce**.



Vue aérienne du barrage d'Itaipu, Brésil

Quelques chiffres: les grands barrages dans le monde, construits principalement pour la production d'hydroélectricité.

	Fleuve	Pays	Construction (fin)	Production/an
Barrage d'Assouan	Nil	Egypte	1971	8 000 MW
Barrage d'Inga	Congo	Rép. dém. du Congo	1982	1 424 MW
Barrage d'Itaipu	Parana	Brésil, Paraguay	1991	12 600 MW
Bar. des Trois Gorges	Yang Tsé Kiang	Chine	2003	5 500 MW*
Bar. Gde -Dixence	Dixence	Suisse	1961	2 000 MW

*Ce chiffre correspond à la production en 2003. On attend 84 700 MW lorsque le lac de retenue sera rempli, en 2009

Lien: au point 4.2.3, nous traiterons de l'exploitation hydroélectrique en Suisse. En effet, la majeure partie de notre électricité est fournie par les barrages.

3.2 Les inégalités liées à l'eau

3.2.1 La disponibilité, l'accès et l'assainissement

A l'inégale répartition géographique de l'eau douce, dont il a été question au point 2.2, s'additionnent d'autres disparités.

En effet, les conditions de **disponibilité** peuvent varier, que l'on soit situé en amont d'un cours d'eau (proche de sa source) ou **en aval** (proche de son embouchure). A l'échelle du bassin-versant, les réserves en amont doivent subvenir aux besoins de la totalité de l'écosystème. D'où une responsabilité accrue pour les pays en amont, car toute pollution, toute construction de barrage ou détournement de fleuve a des répercussions énormes sur les pays en aval. On dénombre dans le monde **215 rivières transfrontalières** (32% des frontières sont formées par l'eau). Les bassins-versants concernés représentent environ 50% de la surface des continents et 40% de la population mondiale. De ce constat, l'ONU a identifié pas moins de 300 zones de conflit potentiel lié à l'eau.

Pour exemple, le Danube traverse ou borde treize états, le Nil neuf, l'Amazone sept et le Rhin cinq.

ACTIVITÉ

Objectif: lier la répartition de l'eau douce (selon facteurs climatiques et géographiques, cf. point 2.2) avec les utilisateurs de l'eau, c'est-à-dire les différents pays et comprendre les différents enjeux de la gestion de l'eau dans le monde.

Matériel: atlas.

Déroulement: les enfants recherchent les pays où les fleuves et les lacs font office de frontières naturelles et relèvent les pays traversés par un même fleuve.

On amène ensuite le thème du conflit lié à l'utilisation de l'eau (cf. point 3.4.1) ; les enfants tentent de mettre en évidence des zones où la gestion de l'eau pourrait être conflictuelle et réfléchissent aux conflits d'intérêts entre l'amont et l'aval (politique, prélèvements pour agriculture, barrages pour faire des réserves d'eau douce et/ou produire de l'électricité, rejets industriels, rejets d'eau usées d'une grande ville, etc.).

On peut leur demander de chercher des coupures de journaux où il est question de conflits liés à l'eau dans le monde.



Ecolière buvant de l'eau de pluie récoltée depuis le toit de son école, Nairobi, Kenya

© WWF-Canon / Martin HARVEY

Les conditions de disponibilité varient aussi en fonction de la **démographie**. Dans certains pays peu peuplés mais très arrosés, les habitants peuvent disposer de 100'000 m³ d'eau par habitant et par an (1m³ = 1000 l). Tandis que dans d'autres régions arides et très peuplées, les habitants n'ont que 100 m³/hab./an. Le minimum vital est évalué par l'ONU à **environ 1700 m³/hab./an**.

Pour exemple, l'Asie, qui possède 36% des ressources en eau doit satisfaire 60% de la population mondiale. La Chine, avec 8% des ressources doit alimenter 20% de la population mondiale.

Quelques chiffres: ressources en eau de divers pays

Pays	Ressource en eau (milliers m ³ /personne/an)
Jordanie	0,17
Algérie	0,47
Allemagne	1,87
Chine	2,24
Niger	3,02
Mexique	4,55
Turkménistan	5,24
Suisse	7,46
Hongrie	10,43
Etats-Unis	10,66
Féd. de Russie	31,11
Brésil	47,31
Norvège	85,00
Nouv.-Zélande	85,71
Canada	93,54
Congo	234,90

D'après le tableau ci-dessus, on pourrait croire que la population congolaise a de l'eau en abondance.

En fait, ce n'est pas aussi simple; il faut lier la disponibilité en eau avec l'accès à celle-ci. En effet, posséder la ressource ne veut pas encore dire pouvoir l'utiliser. Dans un pays comme le Congo, le problème se situe au niveau du réseau de distribution de l'eau, qui lui est nettement insuffisant.

Selon l'ONU, une personne a accès à l'eau potable si elle dispose d'une source d'eau non contaminée dans un périmètre de 3 km autour de son lieu de résidence. A l'heure actuelle, **1,4 milliard de personnes dans le monde n'a toujours pas accès à l'eau potable.**

En ce qui concerne l'**assainissement**, **2,3 milliards d'habitants** manquent des infrastructures adéquates. Dans ces conditions, la propagation de maladies infectieuses est favorisée et des milliards de personnes sont menacées.



Jeune fille puisant de l'eau au puits du village, parc national Royal Chitwan, Nepal

© WWF-Canon / Michel GUNTHER

ACTIVITÉ

Objectif: prendre conscience du confort d'un accès direct à l'eau et y penser chaque fois que l'on ouvre un robinet.

Matériel: papier, crayons.

Déroulement: les enfants rédigent leur programme et horaire hebdomadaires. Ensuite, transmettre le programme et l'horaire quotidien d'une enfant congolaise d'un petit village de brousse. Les enfants font la comparaison, se projettent dans la situation de l'enfant congolaise et décrivent les conséquences sur leur style de vie (heures de coucher et lever, nombre d'heures de travail physique, habitudes changées, activités sportives et loisirs, nombre d'heures disponibles pour l'école, est-ce grave de ne pas avoir le temps d'aller à l'école ?....). Voir aussi point 5.3.2

Une journée d'une enfant congolaise (indicatif):

- 5h30: lever
- 6h-9h: corvée d'eau
- 9h30-11h: travail au champ
- 11h30-13h: préparation et prise du repas
- 13h-16h: corvée d'eau
- 16h-17h: libre
- 17h-18h: travaux ménagers
- 18h30-21h: préparation et prise du repas
- 21h-5h30: libre et repos

3.2.2 Une consommation inégale

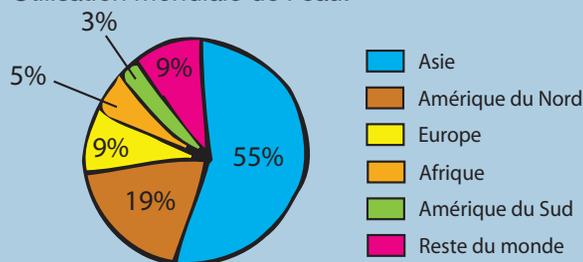
En fonction des inégalités mentionnées plus haut, la consommation diffère forcément d'une région à l'autre.

En 2001, la consommation mondiale moyenne était de 650 m³/hab., allant de 1900 m³/hab. en Amérique du Nord à 250 m³/hab. en Afrique. Ces chiffres correspondent à des consommations journalières d'environ 600 l/hab. aux Etats-Unis ou au Japon, 250 à 350 l/hab. en Europe et de 10 à 20 l/hab. en Afrique subsaharienne. Ces résultats tiennent compte de l'eau utilisée par les industries, l'artisanat, les fontaines et les pertes du réseau.

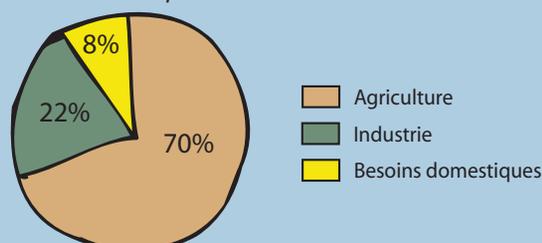
Le saviez-vous ?

En Suisse, nous consommons environ 400 l d'eau/jour/hab. dont 160 uniquement pour nos besoins personnels. Alors qu'en Afrique, les habitants consomment en moyenne 45 l d'eau par jour, et parfois encore moins.

Utilisation mondiale de l'eau:



Utilisation de l'eau par secteur d'activité:



3.3 Quel avenir pour l'eau douce ?

3.3.1 Vers une pénurie d'eau ?

Il a été vu au chapitre 2 que moins de **1% de l'eau** mondiale était disponible pour l'Homme. Cela représentait, au milieu du siècle passé, en moyenne mondiale, environ 16'800 m³/hab./an (1 m³ = 1'000l). Cela ne représentait, en 2000, plus que 7300 m³/hab./an, à cause de l'accroissement de la population et en raison de l'amélioration du niveau de vie. **Depuis 1960, la consommation mondiale de l'eau a doublé.**

D'ici 2025, les prévisions annoncent 2 milliards d'habitants supplémentaires ce qui pourrait ramener les réserves disponibles à **4800 m³/hab./an**. Ce chiffre est encore au-delà du minimum vital de 1700 m³ mentionné plus haut. Ce n'est cependant pas la moyenne qu'il faut considérer, mais bien chaque région en particulier. Car si notre pays, la Suisse, semble à l'abri d'un manque d'eau pour bien des années encore, on estime qu'en 2050, **2,3 milliards de personnes devraient souffrir de stress hydrique et 1,7 milliard se retrouveront véritablement dans un contexte de pénurie hydrique.**

L'avenir de la quantité d'eau douce disponible passe par les **économies** qui pourront être réalisées, notamment dans le **secteur de l'agriculture** (moins d'agriculture intensive, cultures mieux adaptées aux

régions, irrigation plus efficiente), et par une réduction drastique de **la pollution**.

Les besoins de l'agriculture génèrent des situations parfois dramatiques, à l'exemple de **la mer d'Aral**: le 96% de l'eau des 2 fleuves l'alimentant (l'Amou-Daria et le Syr-Daria) a été détourné pour l'irrigation du riz et du coton. A l'origine 4^{ème} lac du monde par sa superficie, l'Aral a perdu la moitié de sa surface, ses rives ont reculé de 60 km et sa salinité a plus que doublé.

3.3.2 Vers une eau de qualité toujours moindre ?

La qualité de l'eau est d'une grande importance du point de vue sanitaire. Ce sont en effet les maladies liées à l'eau qui constituent une des premières causes de mortalité dans les pays en développement. Selon l'OMS, environ 2,2 millions d'individus, dont 1,8 million d'enfants, sont morts de maladies diarrhéiques en 1998. Certaines maladies sont dues à la présence **d'organismes pathogènes** (provenant d'excréments d'origine animale et humaine), comme les **bactéries**, qui engendrent le choléra, la dysenterie ou la fièvre typhoïde, les **virus** qui engendrent l'hépatite A, ou les **protozoaires** qui engendrent la bilharziose. Certaines maladies peuvent résulter de la qualité **chimique** de l'eau, trop riche ou trop pauvre en certains éléments; le manque d'iode peut provoquer le goitre, la présence de plomb le saturnisme par exemple.

Des méthodes simples et peu onéreuses permettraient de diminuer considérablement le nombre des victimes de maladies hydriques dans les pays en voie de développement. Mais d'autre part, on assiste **au retour de maladies que l'on pensait éradiquées, ainsi qu'au développement de nouvelles affections liées aux pollutions chimiques**. Entre amélioration de l'assainissement et nouveaux défis liés à de récentes pollutions, l'avenir de la qualité de l'eau semble particulièrement incertain.



Vue satellite de l'assèchement de la mer d'Aral, Asie centrale (1989-2003)

Le saviez-vous ?

On estime à 2 millions de tonnes, la quantité de déchets de tout type déversés quotidiennement dans l'eau.

3.3.3 Le dessalement de l'eau de mer et la méthode «Sodis»

Il existe depuis de nombreuses années des techniques visant à **dessaler l'eau** de mer, pour la rendre potable. Coûteuses, ces techniques sont cependant réservées aux pays riches.

Les deux procédés les plus utilisés sont la **distillation** et l'**osmose inverse**. Le premier consiste à évaporer l'eau de mer, soit en utilisant la chaleur du soleil, soit en la chauffant dans une chaudière. Lors de l'évaporation, seules les molécules d'eau s'échappent, laissant en dépôt les sels dissous et d'autres substances contenues dans l'eau de mer. En condensant la vapeur d'eau on obtient alors de l'eau douce.

L'osmose inverse nécessite de traiter l'eau de mer en la filtrant et en la désinfectant afin de la débarrasser des éléments en suspension et des micro-organismes qu'elle contient. On applique ensuite à cette eau salée une pression suffisante pour la faire passer à travers une membrane semi-perméable : seules les molécules d'eau traversent la membrane, fournissant ainsi une eau douce potable.

La méthode «Sodis» (Solar water disinfection) permet de «purifier» de l'eau avec très peu de moyens. Cela consiste à remplir d'eau impure une bouteille transparente en plastique (idéal avec du PET). La bouteille est exposée durant 6 heures au soleil. Sous l'effet de la radiation solaire, combinée à une température élevée de

l'eau, les micro-organismes pathogènes de l'eau sont détruits. **L'eau est ainsi désinfectée par irradiation solaire**. Cette méthode, bien que ne détruisant pas la pollution chimique issue des pesticides et engrais utilisés dans l'agriculture, est malgré tout idéale pour la consommation domestique, chaque famille ayant la possibilité de l'appliquer facilement.

Pour en savoir plus sur la méthode Sodis:

<http://www.sodis.ch>

Voir aussi www.engagement.ch;
la Migros soutient ce projet.

ACTIVITÉ

Objectif:
chercher et expérimenter des solutions pour obtenir de l'eau potable.

Matériel:

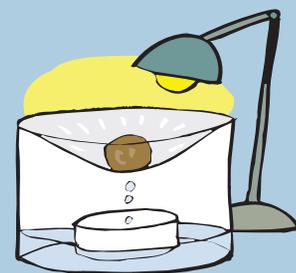
1 petit et 1 grand récipient transparents et propres, spot, film plastique, caillou, sel, scotch.

Déroulement:

demander d'abord aux enfants d'imaginer des solutions pour avoir plus d'eau potable. Lancer le débat: «Serait-il possible et judicieux de remorquer des icebergs?»

Puis les orienter vers le dessalement de l'eau de mer et réaliser l'expérience: remplir légèrement le grand récipient d'eau potable salée et installer le petit récipient vide au centre. Couvrir hermétiquement le grand récipient à l'aide du film plastique, sur lequel on dépose le caillou, au centre, de manière à former une petite dépression. Attention: ne pas tendre le film plastique.

Mettre le tout au soleil ou sous le spot (qui symbolise le soleil) et attendre. L'eau va s'évaporer, sans le sel, condenser sur le film plastique, s'écouler vers le point le plus bas et tomber dans le petit récipient. Elle est alors douce et consommable. La faire goûter aux enfants.



Utilisation de la méthode Sodis pour purifier l'eau

3.4 Quel avenir pour les hommes ?

3.4.1 Vers des conflits armés pour l'eau ?

Les conflits ont depuis toujours eu pour objectif l'appropriation des richesses, loi à laquelle l'eau n'échappe pas. Du fait de son inégale répartition sur la Terre et de la croissance démographique et économique de nombreux états, **l'eau devient une question cruciale pour certaines régions**. Cependant, s'il est vrai que des divergences importantes opposent souvent les pays qui se partagent les mêmes bassins fluviaux, on constate que les cas où il y a **coopération** sont plus nombreux que ceux où il y a **conflit**. Des experts ont identifié plus de 3600 traités sur l'eau, conclus au cours des douze derniers siècles.

Mais qu'en sera-t-il à l'avenir? La pression sur les ressources en eau va aller en augmentant et certaines régions de notre planète sont déjà particulièrement sensibles au problème de l'eau, à l'exemple du Moyen-Orient:

a) Le **bassin du Jourdain** est un élément stratégique du conflit qui oppose **Israël** et ses **voisins arabes**, la Palestine, la Syrie et la Jordanie. Depuis la guerre de 1967, Israël, en prenant le contrôle du plateau du Golan, a pu accroître son accès au Jourdain et au Yarmouk (son principal affluent), et garantir sa mainmise sur une large partie des autres affluents et sur les nappes de Cisjordanie, pour ainsi développer une utilisation abusive de l'eau (agriculture intensive, ménages,...). En 2000, dans les territoires occupés de Cisjordanie, un colon Israélien employait 260 l d'eau par jour, tandis qu'un Palestinien était contraint à n'en n'utiliser que 70 l par jour. Bien que notable, le contentieux hydraulique entre Israéliens et Palestiniens n'est qu'un des aspects de la rivalité géopolitique qui oppose ces deux peuples depuis plus de cinquante ans.

b) Positionnée favorablement à l'amont du **Tigre et de l'Euphrate**, la **Turquie** contrôle respectivement 45% et 98% du débit de ces fleuves. Construisant toute une série de barrages (une vingtaine d'ici 2010), la Turquie prêterite les pays situés en aval, à savoir **la Syrie et l'Irak**, qui subissent des réductions drastiques de débit.

c) **L'Egypte**, premier pays à réaliser des infrastructures permettant de faire face à l'augmentation de sa population, tel le barrage d'Assouan sur **le Nil**, doit maintenant composer avec les pays en amont du bar-

rage. En effet, le Soudan et l'Ethiopie cherchent à favoriser leur développement économique.

3.4.2 L'eau; un bien, une lutte

Alors que certains pays se battent pour obtenir de l'eau, d'autres luttent contre les catastrophes qu'elle engendre: **inondations, sécheresses, coulées boueuses, avalanches, raz de marée, etc.** Qu'il y en ait trop ou trop peu, l'eau est régulièrement la cause de nombreux malheurs. Et ceci de manière exponentielle. En effet, **la mortalité due aux catastrophes naturelles a plus que doublé** entre les années 1980 et 2000. La plus grande partie des victimes se trouvent dans les pays les plus pauvres, souvent les plus exposés et ne bénéficiant pas de réseaux d'alerte performants. Une grande part de la responsabilité de l'augmentation (en intensité et en fréquence) des catastrophes est imputé, comme nous l'avons déjà vu, au **réchauffement climatique**.



Inondations à la Nouvelle-Orléans (Etats-Unis), suite au passage de l'ouragan Katrina, septembre 2005

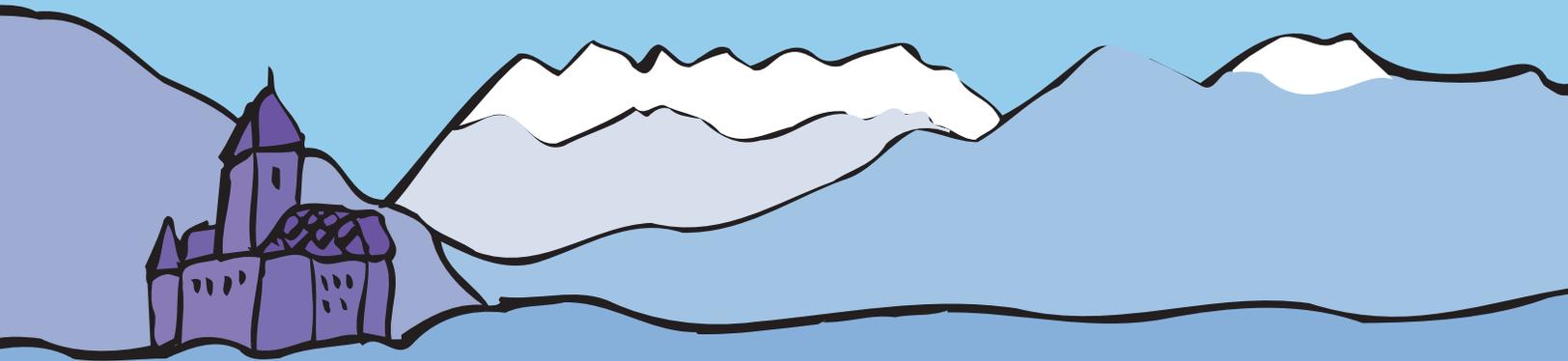
Quelques chiffres: catastrophes marquantes

- Août 1931: un **typhon** fait déborder le Yangtsé Kiang. Pays touché: Chine. Victimes: 1 million.
- Février 1962: **inondation** de l'Elbe. Pays touché: l'Allemagne. Victimes: 300.
- Octobre 1998: l'**ouragan** Mitch dévaste l'Amérique centrale. Pays touchés: Nicaragua, Honduras, Salvador et Guatemala. Victimes: 10 000.
- Décembre 2004: une secousse sismique au large de Sumatra déclenche un **tsunami**. Pays touchés: Indonésie, Sri Lanka, Thaïlande et Inde. Victimes: 230 000.
- Août 2005: **inondations** en Europe. Victimes: 70.
- Septembre 2005: L'**ouragan** Katrina inonde la Nouvelle-Orléans. Victimes: Plusieurs milliers

L'eau et la Suisse

La Suisse n'est pas riche en matières premières, si ce n'est la plus importante: l'eau ! De grands fleuves comme le Rhône, le Rhin ou l'Inn prennent leur source chez nous et on trouve plus de 1500 lacs sur notre territoire... Au total, la Suisse possède 6% des réserves européennes d'eau douce.

La question préoccupante en Suisse ne tient pas à l'aspect quantitatif de l'eau, mais à son aspect qualitatif. Corrections des cours d'eau ou pollutions en tous genres portent atteintes aux milieux aquatiques naturels ainsi qu'à la qualité de l'eau douce. Les mesures visant à préserver et rétablir les milieux d'eau douce en Suisse sont une des priorités du WWF.





4.1 De l'eau potable partout

Chaque jour, en Suisse, 3 milliards de litres d'eau sont consommés. Cela correspond à une consommation par habitant de **400 l/jour**: 160 l sont utilisés pour les ménages et 240 l pour les industries, l'artisanat, les fontaines et les pertes du réseau. Ces moyennes, élevées, sont pourtant à la baisse. En effet, en vingt ans, la consommation domestique a diminué de 20 l/jour et le secteur industriel enregistre la même tendance. **Mais la croissance de la population provoque une augmentation de la demande en eau.**

Ce qu'il est important de constater, c'est que nous avons recours à de l'**eau potable** non pas uniquement pour nous hydrater ou nous laver, mais pour laver nos vêtements, nos voitures ainsi que pour la chasse d'eau, etc. Lorsque l'on sait le travail et l'énergie utilisés pour rendre cette eau consommable, il convient de réfléchir à des solutions qui consisteraient à récupérer les **eaux de pluie** à l'usage des industries, de l'agriculture ou pour arroser notre jardin ou nettoyer notre voiture.

Le saviez-vous ?

Le 30 % de l'eau que nous utilisons chaque jour est destiné à la chasse d'eau. Or c'est de l'eau potable! Il existe des toilettes sans eau, dites «sèches» ou «à compost», où la matière fécale est tout simplement compostée. Ainsi, environ 1500 l d'eau potable peuvent être économisés par mois et par personne.

4.2 Interventions et atteintes

4.2.1 La correction des cours d'eau

Au cours du 19^{ème} siècle, les corrections des cours d'eau visaient principalement à **lutter contre les crues et à augmenter les zones cultivables**. Tandis qu'à la fin du 19^{ème} et début du 20^{ème} siècle, le but était également d'augmenter le débit pour **l'utilisation de la force hydraulique**. Jusqu'à la Première Guerre Mondiale, la plupart des cours d'eau de Suisse a ainsi été privée de sa dynamique naturelle.

Les corrections et endiguements de rivières ainsi que les drainages des surfaces environnantes ont eu des conséquences très néfastes sur l'environnement. Les cours d'eau, transformés en rapides couloirs d'écoulement ont creusé de plus en plus leur lit, abaissant ainsi le niveau des nappes phréatiques et n'offrant



Le Rhône, canalisé, en Valais



Le Tagliamento (Italie), un des derniers fleuves alpins naturels

plus d'habitat adéquat à de nombreuses espèces animales et végétales. Les crues demeurant contenues par les digues, les zones alluviales ne se sont plus reconstituées, menant à la disparition de 90% de celles-ci au cours des deux derniers siècles.

La «maîtrise» des crues est à double tranchant. En effet, lors d'événements météorologiques extrêmes, des **crues dévastatrices**, consécutives à des rivières modifiées (dont la zone inondable a disparu) ont pu être enregistrées, comme en 1987, 1993, 1999, 2000, 2002 et 2005.

4.2.2 Le retour en arrière

Dès les années 1980, on a commencé à se rendre compte de la nécessité de rendre une **dynamique plus naturelle** aux cours d'eau, afin de sauvegarder les espèces animales et végétales typiques de ces milieux et de permettre une régulation naturelle des crues. En effet, la végétation riveraine freine la vitesse d'écoulement et la zone alluviale est à même d'absorber une partie de l'eau pour ne la restituer que graduellement au milieu environnant.

Il faut distinguer deux niveaux d'interventions: la **revitalisation et la renaturation**. Cette dernière signifie que l'on tente de ramener un cours d'eau à un état proche de celui d'origine, précédant toute intervention humaine. Tandis que la revitalisation implique de recréer certaines caractéristiques d'origine, comme des bancs de gravier ou de redonner de l'espace aux cours d'eau en aménageant par exemple une étroite bande de surface inondable. Plus d'espace permet la formation de **méandres**, avec des zones plus calmes et des zones plus rapides. La diversité des milieux ainsi créés accueille de nombreuses espèces animales et végétales. Quant à la qualité de l'eau, plus un paysage fluvial est varié, plus il est capable de dégrader les substances nocives et donc de **purifier l'eau (pouvoir d'auto-épuration)**.

Ces interventions sont souvent réalisées à l'aide d'une technique récente de stabilisation, le «**génie végétal**». Le principe est **l'utilisation du pouvoir des végétaux**

pour renforcer et stabiliser les berges et les talus, pour casser l'énergie de la rivière (seuils) ou pour tout autre type d'aménagement de cours d'eau. Les essences les plus utilisées sont celles qui colonisent les zones alluviales (la plus connue étant la famille des Saules) et qui résistent aux crues. Leur puissant système racinaire (en profondeur) et leur besoin en eau étant des atouts nécessaires.



Dégâts dans le village de Baltschieder (Valais) suite aux inondations de 2000

ACTIVITÉ

Objectif: étudier une rivière proche de l'école afin de déterminer son état global.

Matériel: bouteilles en PET vides, fiches de test 1 «Ta rivière est-elle dans un état naturel?» et 2 «Quel est l'état de santé de ta rivière?», cf. annexes 1 et 2.

Déroulement: choisir un tronçon d'une centaine de mètres environ, former des groupes et répondre aux fiches de test. La première s'intéresse à mettre en évidence les différences entre rivière naturelle et non naturelle, par l'observation de paramètres physiques (vitesse, largeur, tracé), par l'observation des berges, etc. Le deuxième s'intéresse à la qualité de l'eau (couleur, odeur, écume, etc.) et permet d'évaluer la propreté du cours d'eau.

4.2.3 La Suisse: une histoire de barrages

La première installation destinée à produire de l'électricité dans notre pays (il s'agissait d'une turbine installée dans un ruisseau), fournissait l'électricité pour éclairer la salle à manger d'un hôtel de St-Moritz. C'était en 1878. **Aujourd'hui, 60% de notre électricité provient de l'exploitation de la force motrice de l'eau**, provoquée par une chute et ainsi utilisée pour actionner des turbines.

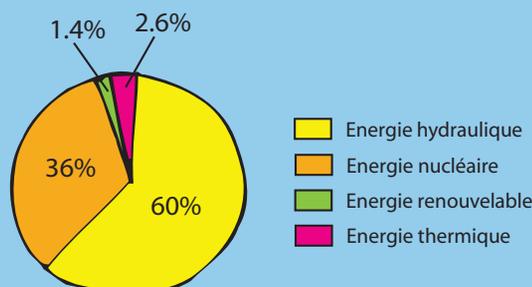
Il existe différents types d'usines hydroélectriques. Les plus courantes sont **les usines au fil de l'eau et les usines à réservoir**.

Les premières sont les plus simples. L'eau d'une rivière est captée puis dirigée jusqu'à l'usine. Par une faible chute d'eau, de l'électricité est produite de manière continue.

Les deuxièmes fonctionnent grâce à des barrages en béton qui, construits sur toute la largeur d'une vallée, sont capables d'accumuler de grandes quantités d'eau. Comme il est difficile de stocker de l'énergie électrique, l'eau ainsi accumulée est utilisée pour produire du courant à la demande. Ces barrages peuvent également servir à retenir l'eau en périodes de crue, à stocker de l'eau potable et à irriguer les cultures.

En Suisse, on dénombre quelque **500 centrales hydroélectriques**, d'une puissance de 300 KW et plus, qui produisent 35 milliards de KWh par an. La Grande Dixence est la centrale hydroélectrique la plus puissante (2000 MW).

Provenance de l'électricité en Suisse



Le saviez-vous ?

Le barrage de la Grande Dixence est le plus haut barrage en béton du monde (285 m). Ce mur d'un volume de 6 millions de m³, d'une épaisseur de 200 m à sa base et de 700 m de longueur à son couronnement, pèse 15 millions de tonnes. Il peut retenir jusqu'à 400 millions de m³ d'eau. Il comprend 32 km de galeries et de puits de visite pour sa surveillance.



Le barrage de la Grande Dixence et le Lac des Dix, en Valais

Bien que ne produisant ni gaz à effet de serre tels le CO₂ (gaz carbonique) ou la vapeur d'eau, ni déchets radioactifs, les usines hydroélectriques **portent tout de même grandement atteinte aux écosystèmes naturels.**

Lors de prélèvements d'eau dans une rivière (certaines usines au fil de l'eau, barrages, etc.), le débit résultant est appelé **débit résiduel**. Depuis 1992, la loi fédérale sur la protection des eaux définit des débits résiduels minimaux, calculés à partir du débit d'étiage naturel (débit le plus faible) et tenant compte de critères liés à **la qualité de l'eau, à la protection des nappes phréatiques, de la faune et de la flore.** La profondeur d'eau minimale de 20 cm, garantissant la migration des poissons, doit être en particulier respectée. Malheureusement, les concessions pour l'utilisation de la force hydraulique s'étendant habituellement sur 80 ans, les installations qui ne requièrent pas de nouvelle concession avant quelques années ne sont pas soumises à cette réglementation, mais à des mesures d'assainissement.

Autre atteinte liée à l'exploitation hydroélectrique: **la vidange des barrages.** Afin d'assurer la sécurité (désensablement des vannes) et d'éviter le comblement progressif des lacs par les sédiments, on procède à l'ouverture des vannes de fond. Ainsi l'eau en s'écoulant entraîne les sédiments avec elle. Une grande quantité d'eau se déverse brutalement dans le cours d'eau en aval, amenant un fort courant et des matières en suspension, qui créent des dommages importants

à la faune et à la flore. Cette vidange a lieu tous les 1 à 4 ans pour les petits barrages et tous les 10 à 40 ans pour les grands.

Le WWF préconise donc l'utilisation de courant électrique labélisé «**Naturemade**» garantissant des exigences écologiques élevées (cf. www.naturemade.org).

ACTIVITÉ

Dans le cadre d'une course d'école, prévoir la visite d'un barrage; très impressionnant et instructif.

4.2.4 Les zones humides

Ces milieux très riches sont **menacés de disparition en Suisse.** En effet, de nombreuses zones humides ont été asséchées pour gagner de l'espace pour les cultures ou l'urbanisation. Les rivières ont été canalisées (le 90% des principaux cours d'eau alpins a été modifié) et la quasi-totalité des rives lacustres a été transformée ou urbanisée. A l'époque, ces dernières étaient formées de marais et de roselières.

A l'état naturel, une zone humide suit une évolution qui alterne entre des périodes d'assèchement, engrangeant une colonisation par la végétation, et des périodes d'inondations, qui lui redonnent son aspect initial. Cette dynamique ayant été rompue suite aux modifications du cycle naturel des cours d'eau et des lacs, les zones humides sont devenues une rareté, tout comme les espèces qui y vivent. **Il est donc impératif de préserver et protéger ce type de milieu**

Vue de la Grande Cariçaie, Lac de Neuchâtel



(par l'élaboration de plans de gestion) et d'en favoriser la réapparition.

4.2.5 Agriculture et industrie

Pour produire 1 kg de blé, il faut au moins 1000 l d'eau. Pour 1 kg de viande, les sources sont variables, mais en Suisse, le chiffre est estimé à 5700 l. Quels que soient les chiffres, l'agriculture est directement concernée par la problématique de l'eau, non seulement en tant que **grande consommatrice**, mais également en tant qu'utilisatrice de **substances (engrais et pesticides)** qui peuvent atteindre les eaux superficielles ou les eaux souterraines par le biais du sol. C'est pourquoi les agriculteurs sont tenus de prendre **des mesures**, telles le maintien de distances minimales aux cours d'eau pour l'épandage d'engrais et de pesticides ou le suivi d'un programme d'épandage en fonction de la météo et des quantités autorisées (pour éviter le lessivage).

L'eau est également utilisée dans le **secteur industriel**, pour fabriquer certains composés chimiques ou lors des phases de lavage et de refroidissement des installations. Pour exemple, chaque année la centrale nucléaire de Gösgen soutire à l'Aar quelque 70 millions de m³ d'eau (1 m³ = 1'000 l), dont 22 millions repartent de la tour en une énorme colonne de vapeur d'eau. Les 48 millions restants retournent à la rivière avec une température **augmentée de plusieurs degrés**, ce qui n'est pas sans conséquences sur le milieu aquatique.

Consécutivement aux activités agricoles et industrielles, on distingue **trois grands types de pollution de l'eau**:

La pollution chimique est causée principalement par le déversement de produits d'origine agricole ou industrielle, dont la caractéristique est de ne pas être biodégradables et très souvent toxiques, voire radioactifs.

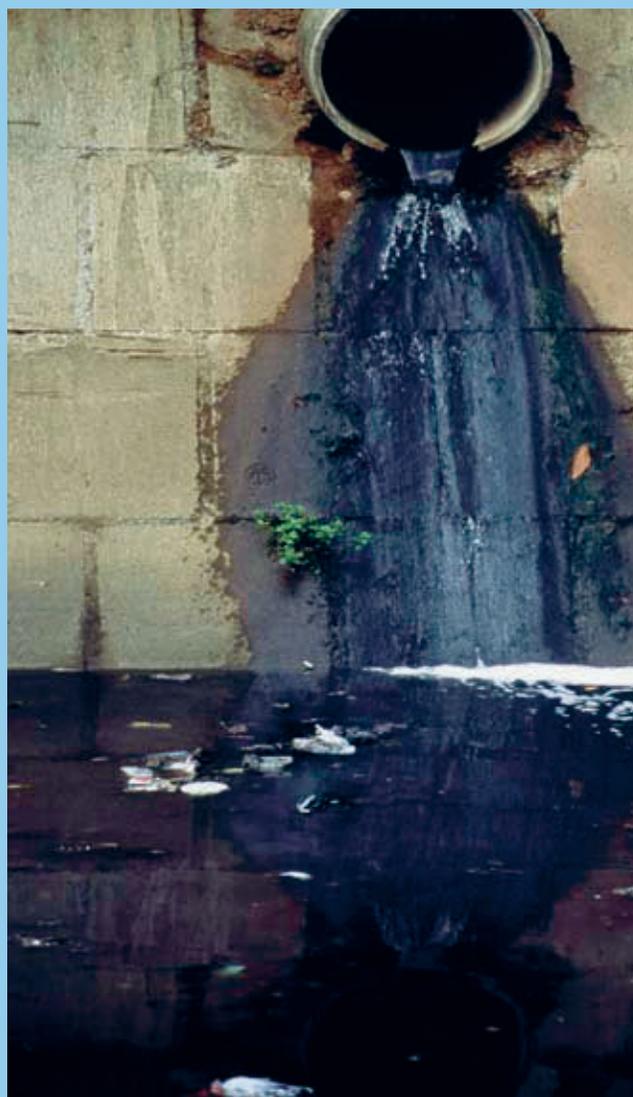
La pollution organique est surtout due aux rejets des stations d'épuration ou aux rejets agricoles riches en phosphore et azote (engrais). Ces composés évoluent en phosphates et nitrates et sont utilisés pour la croissance des végétaux. Mais leur trop forte présence provoque un développement excessif d'algues. Les bactéries, devant l'abondance de cette nourriture se multiplient aussi très rapidement et, utilisant beaucoup d'oxygène pour se développer, elles entraînent l'asphyxie du milieu. On parle alors d'**eutrophisation**.

La **pollution physique** est représentée par les déchets solides du type plastiques, les matières en suspension ou l'augmentation de la température du milieu (responsable d'importants déséquilibres).

Lien: au point 5.3, nous parlerons des activités domestiques, qui nous touchent tous de près et qui engendrent, elles aussi, de grandes atteintes pour l'eau.

Rejets de substances toxiques et accumulation de plastique dans un canal.

© WWF-Canon / Michel GUNTHER



4.3 La loutre bientôt de retour?

4.3.1 Un animal mal-aimé et chassé

Traquée pour sa fourrure et considérée comme une bête féroce, dévoreuse de poissons, la loutre a été intensivement **chassée** à la fin du 19^{ème} siècle. Encore présente dans un grand nombre de cours d'eau suisses en 1900, il n'en restait qu'une centaine en 1950. Et malgré la protection dont la loutre bénéficie depuis 1952, le déclin s'est poursuivi. En 1989, les dernières preuves de sa présence ont été trouvées sur la rive sud du lac de Neuchâtel. Les causes de sa disparition sont liées à **la dégradation de son habitat**. Des cours d'eau ont disparu ou ont été canalisés, ce qui a entraîné une diminution de la quantité de poissons. Des berges ont été aménagées ou détruites, privant les loutres d'endroits où se cacher. De plus, l'eau a subi des pollutions, notamment dues à une substance toxique utilisée pour faire du plastique, les **PCB** ou polychlorobiphényles. Cette substance se retrouve dans l'eau, les végétaux, les poissons et s'accumule fortement dans l'organisme de la loutre, qui se situe au sommet de la chaîne alimentaire! Elle provoque des troubles de la reproduction très importants: la loutre devient stérile ou bien donne naissance à des petits mal-formés. Bien qu'interdits en Suisse au début des années 1970, les PCB sont toujours présents dans notre environnement. On ne sait dans combien de temps ils auront disparu. De ce fait le retour de la loutre ne sera pas facile !

4.3.2 A quand la loutre dans nos rivières ?

En 1975, un **essai d'introduction** de 4 couples de loutres a été tenté dans le Schwarzwassergraben (canton de Berne). Le site semblait idéal mais les traces de leur présence ont disparu en 1987. La raison de cet échec n'est pas claire. Le nombre de loutres était trop faible pour assurer son maintien dans la durée (on estime qu'il faudrait environ 50 individus). La zone choisie était également trop réduite et il n'y avait pas assez de poissons.

En été 2004, une loutre a été aperçue au bord du lac de Neuchâtel. Au printemps 2005, des crottes, datant de plusieurs mois ont été découvertes. Selon les spécialistes, il ne s'agit sûrement pas d'un **retour naturel**, les populations existantes étant encore trop éloignées, mais d'un **lâcher clandestin**. Ce qui n'est pas une ini-

tiative à soutenir, car de nombreuses conditions sont nécessaires pour une réintroduction réussie:

- Une discussion avec les pêcheurs, pour qui la loutre peut être «en concurrence».
- La diminution de la pollution par les PCB à un taux supportable pour la loutre.
- La revitalisation des rivières et la création de zones alluviales riches en diversité de la flore et de la faune.
- La mise en place de corridors permettant la rencontre des différentes populations de loutres et le déploiement de l'espèce.

Il reste du travail pour que nous puissions offrir à la loutre un environnement capable de l'accueillir. La revoir chez nous serait la plus belle preuve de la santé de nos cours d'eau !

ACTIVITÉ

Quiz: «Connais-tu la loutre ?» cf. annexe 3

Pour en savoir plus sur la loutre:

Numéros spéciaux «Info école» et «Panda Club» sur la loutre à commander gratuitement au WWF Suisse





L'eau et moi

Par abus de langage, nous parlons de «consommation» d'eau. Précisons que l'eau n'est que rarement consommée, comme l'est par exemple le pétrole, mais qu'elle est «utilisée», c'est-à-dire soustraite puis rendue à la nature, sous une forme altérée.

En Suisse, nous utilisons tous les jours 160l d'eau pour nos besoins personnels. Mais au fait, d'où vient cette eau ? Et surtout où va-t-elle une fois que nous l'avons utilisée ? Ce genre de question n'effleure même plus nos esprits tellement les choses sont faciles; chaque fois que l'on ouvre le robinet, l'eau en sort, et chaque fois que l'on tire la chasse d'eau des toilettes, tout s'en va, loin de nos préoccupations. Il est temps de réaliser que nous sommes un maillon d'une énorme chaîne, que chacun de nos gestes a des impacts et que ceux-ci peuvent la plupart du temps être facilement influencés par notre volonté.



5.1 D'où vient l'eau de mon robinet ?

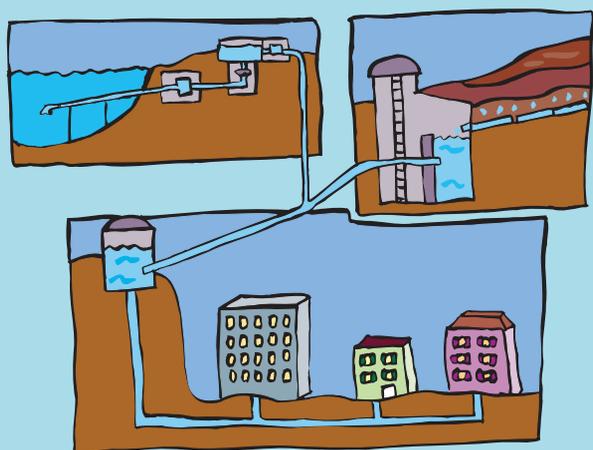
La Suisse est un énorme château d'eau (glaciers, neiges éternelles, nappes souterraines, lacs): 6% des réserves d'eau douce d'Europe sont en Suisse, ce qui équivaut à 262 milliards de m³ (1 m³ = 1'000 l).

En Suisse, l'eau qui sort de nos robinets a deux provenances possibles:

- les **nappes souterraines ou nappes phréatiques** (80%): la moitié de l'eau provient des sources, alors que l'autre moitié est captée en profondeur, directement dans la nappe (cf. point 2.4.5).
- les **lacs et les rivières** (20%): l'eau y est pompée.

La moitié des eaux souterraines est naturellement potable et peut être consommée directement. La moitié restante ainsi que l'eau des lacs nécessitent par contre **un traitement** pour atteindre la qualité d'eau potable. Dans ce cas, l'eau est amenée dans une station de potabilisation où elle subit plusieurs traitements. A sa sortie, l'eau peut être bue sans risque. Chaque jour, des échantillons sont prélevés, analysés et goûtés pour s'en assurer. Afin de garantir sa qualité jusqu'au robinet, on lui ajoute une faible quantité de chlore.

Une fois traitée, **l'eau est stockée dans un réservoir** qui permet d'assurer une alimentation permanente. Dès que le niveau baisse et devient insuffisant, les pompes sont enclenchées et de l'eau souterraine ou en provenance des lacs arrive à nouveau à la station pour être potabilisée. Les réservoirs sont placés entre 40 et 100 m au dessus de la zone d'alimentation, afin de garantir une pression de 4 à 10 bars dans les robinets.



D'où vient l'eau ?

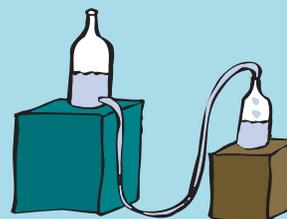
ACTIVITÉ

Objectif: expliquer la technique d'alimentation en eau dans les maisons.

Matériel: deux bouteilles en plastique (PET), un bout de tuyau en plastique transparent de 3 m environ, colle pour plastiques.

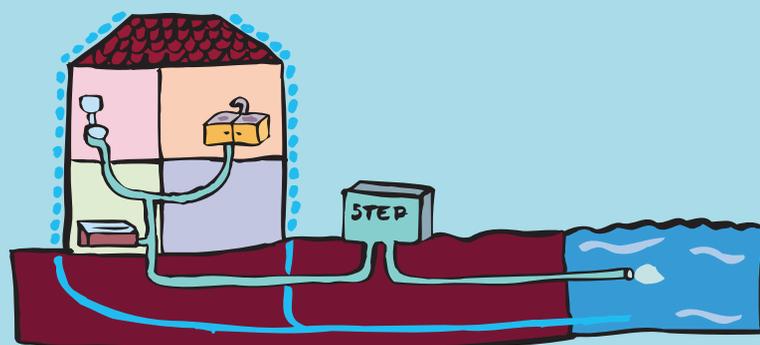
Déroulement: faire un trou dans une des bouteilles, proche du fond, de la taille (diamètre) du tuyau, faire un joint avec la colle et laisser sécher. Placer la bouteille avec le tuyau sur un point haut (à 1,50 m du sol environ) et la deuxième bouteille à 40 cm du sol environ. Le tuyau doit partir de la première bouteille, descendre jusqu'au sol et remonter dans la deuxième bouteille par le goulot. Remplir la première bouteille d'eau, observer et attendre simplement que l'eau descende dans le tuyau jusqu'au sol et remonte dans la deuxième bouteille.

Réflexion: Comment l'eau peut-elle remonter dans le tuyau, sans pompe? Etant donné que le réservoir (première bouteille) est situé plus haut que la maison (deuxième bouteille), l'eau acquiert une pression qui lui permet de «remonter» le tuyau et d'approvisionner ainsi la maison.



5.2 Où va l'eau une fois utilisée ?

Quotidiennement, en nous lavant, en faisant la vaisselle ou en allant aux toilettes, nous salissons de l'eau. Il est évidemment impossible de rejeter ces eaux usées directement dans la nature, les pollutions engendrées seraient énormes et les conséquences difficilement imaginables.



Système séparatif des eaux

Notre pays est donc équipé d'un réseau de canalisations qui a pour but de collecter les eaux sales et de les acheminer jusqu'à **une station d'épuration (STEP)**, où, comme son nom l'indique, les eaux sont «épurées». En Suisse, quelque 1'000 STEP épurent chaque année 2 milliards de m³ d'eaux usées, soit le volume du lac de Bièvre et de Sempach réunis.

Il faut savoir que deux réseaux de canalisations bien distincts ont été créés, ce que l'on appelle le **système séparatif**. L'un a pour but de récupérer les **eaux claires** (eaux de pluie qui ruissellent sur les surfaces imperméables, comme les toits, le bitume, etc.) et de les rejeter directement dans le milieu naturel (rivières, lacs). L'autre, comme indiqué précédemment, récolte **les eaux usées** des ménages et de l'industrie. Cela permet d'éviter de souiller les eaux claires et de diminuer le volume d'eau à épurer par les STEP.

Actuellement, en Suisse, suite à des investissements de 40 à 50 milliards de francs, **environ 97% des habitations sont raccordées à une STEP**, contre seulement 14% en 1965.

Une STEP, comment ça marche ?

- 1) **Dégrillage:** l'eau passe au travers d'une grille qui retient les gros déchets. Ceux-ci seront incinérés.
- 2) **Dessablage:** dans un premier bassin, les sables et les graviers coulent au fond, où ils sont récupérés et déposés en décharge. Les matières plus légères que l'eau (huile, graisse) remontent à la surface, où elles sont récupérées et incinérées.
- 3) **Décantation:** l'eau reste dans un deuxième bassin jusqu'à ce que les matières en suspension (boues d'épuration primaires) plus lourdes que l'eau coulent au fond. Elles sont extraites, digérées (production de biogaz réutilisé par la STEP), séchées et mises en décharge.
- 4) **Traitement biologique:** développement de micro-organismes (boues activées) dans un troisième bassin. Ceux-ci vont décomposer et mobiliser les matières organiques en les consommant.
- 5) **Filtration:** une dernière étape permet de séparer les micro-organismes et les ultimes matières en suspension, ainsi que le phosphore.

Enfin, l'eau est considérée comme «propre» et est **rejetée dans la nature** (rivière ou lac). Mais elle est impure et non potable, car elle contient encore approximativement **10% de sa pollution originelle**. C'est donc la nature qui doit terminer le travail, grâce à son pouvoir d'**«auto-épuration»** (purification par le milieu naturel: micro-organismes, oxygénation, etc.).

ACTIVITÉ 1

Objectif:

prendre conscience du travail et des coûts liés à l'épuration de l'eau que nous avons utilisée.

Déroulement:

visite de la station d'épuration qui traite les eaux usées de l'école.

Réflexion:

discussion autour de la qualité de l'eau rejetée dans le milieu naturel suite à notre utilisation et à son épuration, en comparaison à la qualité de l'eau que nous avons à disposition avant son utilisation (celle qui sort de notre robinet). Si nous devions boire l'eau épurée nous serions tous malades. Heureusement, cette eau va entrer à nouveau dans le cycle naturel et se verra ainsi purifiée, pour autant que le milieu ne soit pas trop surchargé ou pollué.

ACTIVITÉ 2

Objectif:

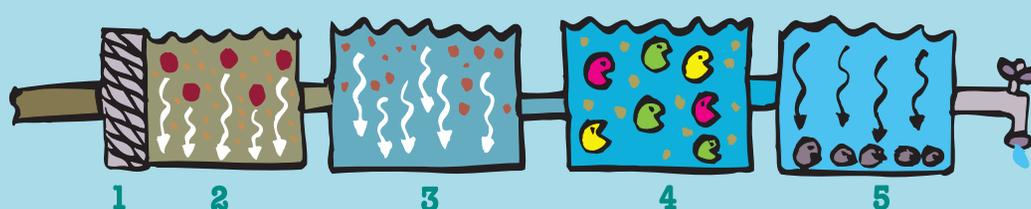
comprendre la décantation (procédé essentiel à l'épuration des eaux).

Matériel:

une bouteille en PET, de l'eau et un tout petit peu de sédiments (sable, argile, etc.).

Déroulement:

mettre de l'eau dans la bouteille avec les sédiments, la fermer, secouer et renverser, la poser et observer: les sédiments vont tranquillement se déposer au fond... découverte en directe de la décantation.



Les étapes de la purification de l'eau

5.3 Mon impact global sur l'eau: j'en utilise et je la pollue

Le but ici est de présenter les impacts de notre consommation d'eau, d'en expliquer les tenants et les aboutissants, et de voir s'il est en notre pouvoir d'en changer la physionomie.

5.3.1 Deux approches de sensibilisation

Lorsque l'on parle de consommation d'eau, il faut distinguer deux approches totalement différentes, mais intimement liées :

- l'approche quantitative
- l'approche qualitative

La première est liée au volume d'eau que l'on utilise et donc à des **notions de gaspillage**. C'est le message récurrent de la problématique de la gestion de l'eau: «tu ne dois pas gaspiller l'eau, il faut l'économiser». C'est très bien, le message est clair et il faut continuer à le répéter.

Mais au vu de la situation de notre pays, où nous avons depuis fort longtemps un stock d'eau douce disponible énorme, **la cohérence du message est parfois difficile à saisir pour un enfant**. En effet, quand on voit l'utilisation que l'on fait de l'eau potable en Suisse (irrigation, lavage de voiture, chasse d'eau, etc.) il devient peu aisé de convaincre un enfant d'économiser 10 ou 15 l d'eau en se lavant les dents. D'autant plus que cette économie n'aura malheureusement pas d'effet direct sur la situation des pays qui souffrent du manque d'eau.

Cependant, il en va de notre devoir de réussir à intégrer et à transmettre à nos enfants ces notions d'«**éco-responsabilité**» vis-à-vis du respect de notre planète, des gens qui y vivent et qui y vivront, ne serait-ce que pour montrer l'exemple. Les petits gestes font les grandes actions.

L'approche qualitative est liée à la pollution, c'est-à-dire à l'eau que l'on salit pour nos besoins personnels. Cette approche n'est que rarement utilisée, alors qu'elle semble principale pour la problématique suisse. Dans le cadre éducationnel, **cela permet d'avoir un message efficace pour les enfants et surtout crédible et cohérent**.

En effet, il est très important d'expliquer que l'eau que l'on salit est un casse-tête. Comme vu dans le chapitre de la STEP, la chaîne d'épuration des eaux est très complexe, excessivement coûteuse et gourmande

en énergie. Tout cela pour obtenir de l'eau qui n'est même pas pure et qui va de ce fait **polluer le milieu naturel**. Quand on sait que l'eau que l'on a utilisée pour les toilettes passe par une STEP et finit son chemin dans le même lac d'où l'eau que l'on boit a été pompée, cela devient intrigant. De même, une rivière qui serait polluée, influencerait la qualité de l'eau des nappes souterraines d'où nous retirons l'eau que nous buvons.

Il est donc primordial de salir le moins possible d'eau. Le message est clair et cela nous concerne tous, tous les jours. De plus, le fait de polluer le moins possible d'eau, signifie forcément que le **gaspillage est limité**.

Le saviez-vous ?

- **La pollution est souvent invisible et inodore.**
- **La pollution ne connaît pas les frontières. C'est pourquoi il est nécessaire d'agir localement en pensant globalement.**
- **Un seul litre d'huile de vidange ou d'essence peut rendre impropre à la consommation 1 million de litres d'eau, soit la consommation personnelle de 6250 Suisses pour un jour.**
- **Et souvenez-vous: l'eau est facile à polluer, mais très difficile à «dépolluer». Comment enlever d'une tasse de thé le sucre une fois dissout ?**

Femme africaine portant de l'eau, avec son enfant sur le dos, fleuve Niger, Mali

© WWF-Canon / Mark EDWARDS



5.3.2 Consommation directe

Cela représente l'eau que nous employons chaque jour pour boire, nous laver, faire à manger, pour les toilettes, la vaisselle, la lessive, laver la voiture, etc. Pour la Suisse, il s'agit de **160 l par jour** et par personne, en moyenne.

Si nous devons chercher notre eau avec un seau de 10 l à un puits situé à 15 minutes de marche, cela équivaldrait à 16 «aller-retour», c'est-à-dire environ **8 heures de marche par jour**. C'est donc évidemment la facilité d'accès à l'eau et notre style de vie qui déterminent notre niveau élevé de consommation (cf. point 3.2.1).

Mais ceci n'est pas une fatalité. **Il est possible d'influencer cette consommation.** Pour économiser un maximum d'eau, en salir le minimum et ainsi garantir un stock d'eau saine suffisant pour les générations futures, des dizaines de gestes sont facilement réalisables tous les jours. Voir «**Ecotrucs**» page 42.

ACTIVITÉ

Objectif: analyser sa consommation d'eau et trouver des alternatives.

Matériel: crayon et papier.

Déroulement: faire un tableau avec deux colonnes: «J'utilise de l'eau potable pour...» et «Economies et alternatives possibles». L'enfant doit lister ses besoins et définir pour chacun s'il est possible de réaliser des économies ou de faire différemment.

Faire le même travail en classe, mais pour le bâtiment de l'école. Inciter la direction à prendre des mesures (les écoles sont très gourmandes en eau et en énergie).

Comment se fait le décompte de l'eau consommée, combien ça coûte? Chercher le compteur.

5.3.3 Consommation indirecte

La consommation indirecte représente la quantité d'eau utilisée de manière indirecte, c'est-à-dire principalement au travers de l'agriculture et de l'industrie.

Chaque fois que nous achetons un produit, celui-ci a nécessité une certaine quantité d'eau, que ce soit pour sa production, son extraction, son emballage ou son transport.

L'agriculture utilise à elle seule environ **70%** de la quantité globale d'eau douce disponible sur la planète,

pour l'irrigation et le lavage des produits récoltés. Les cultures intensives et inadaptées au climat et à la région nécessitent une irrigation démesurée et sont responsables, dans les pays les plus touchés, de pénuries d'eau et de la salinisation des sols, les rendant impropres à toute culture.

Le coton, matière première de la majorité de nos habits, est dans ce contexte un réel problème. Le WWF promeut une culture du coton respectueuse de l'environnement (cf. www.wwf.ch/fr/lewwf/notremission/eau/mondeentier/cotonbio/index.cfm).

De plus, il ne faut pas oublier **la pollution de l'eau**. Pollution due aux engraisements et aux traitements chimiques intensifs, mais aussi due à la manutention des produits et à leur transport.

En Suisse, nous disposons de grandes quantités d'eau douce, mais **nous sommes directement concernés par la pénurie mondiale**. En effet, nous importons énormément de produits du monde entier et décidons de les consommer. Nos habitudes alimentaires jouent là un rôle capital.

Lorsque l'on sait que la production d'un **kg de blé nécessite au moins 1'000 l d'eau, un kg de riz 4'000 l, un kg d'orange 450 l, un kg de viande jusqu'à 30'000 l**, il est aisé de comprendre que cette production devient très problématique pour des régions souffrant de pénurie d'eau (attention: ces chiffres varient sensiblement d'une source à l'autre, car ils dépendent de la région et du mode de production).

Tester sa consommation d'eau et celle de l'école: www.kids-for-the-alps.net, sous «rétrospective» et «my water and me»

En résumé :

- **Nous utilisons et polluons indirectement de l'eau potable très précieuse chaque fois que nous réalisons une action de consommation (produit, bien, déplacement, énergie, etc.).**
 - **Les populations des «pays du Sud» ont besoin de cette eau, tout simplement pour survivre.**
 - **Nous pouvons en tant que consommateurs, contribuer à rééquilibrer cette situation.**
- Voir «Ecotrucs» page 42**

«Ecotrucs» en faveur de l'eau:

Fermer le robinet chaque fois que c'est possible (par exemple: brossage de dents, ou pendant la vaisselle).

Ne jamais ouvrir un robinet à fond.

Choisir des légumes et des fruits qui proviennent de Suisse.

Bien fermer les robinets (une fuite «goutte-à-goutte» représente près de 10'000l sur une année).

Choisir des produits de saison (les tomates et les fraises que l'on peut acheter en mars sont de vraies catastrophes écologiques et sociales).

Voir: www.wwf.ch/fr/lewwf/domaines/consommation/alimentation/cuisinedesaison/index.cfm

Préférer la douche au bain.

Ne pas tirer la chasse d'eau à fond ou utiliser la touche économique.

Installer des réducteurs de débit sur les robinets.

Penser globalement et agir localement

Diminuer sa consommation de viande (la forte consommation de viande en Occident fait qu'environ 40% de la récolte mondiale de céréales est utilisée pour l'élevage du bétail, alors que ces céréales pourraient servir à nourrir la population).

Ne faire fonctionner le lave-vaisselle ou le lave-linge que lorsqu'ils sont pleins.

Arroser les fleurs avec de l'eau de pluie récupérée.

Laver la voiture avec un seau et une éponge.

Acheter des produits qui garantissent un respect de l'environnement et des conditions sociales des producteurs (labels Bio, Max Havelaar, Claro,...).

Voir: www.wwf.ch/fr/lewwf/domaines/consommation/labelsecologiques/index.cfm

Ne jamais jeter de déchets, de restes de peinture, de solvants ou autres dans les lavabos ou les toilettes; chaque déchet peut être récupéré dans les centres de tri pour être recyclé ou traité (voir les informations de la commune).

Utiliser des produits de nettoyage biodégradables et écologiques (se renseigner dans les magasins) et des lessives écologiques.

Economiser l'énergie électrique chez soi et favoriser les énergies alternatives et les labels «naturemade» et «topten»

Voir: www.aae.ch, www.naturemade.ch, www.topten.ch.

Ne jamais jeter de médicaments dans les toilettes; ils sont récupérés en pharmacie.

Adopter de manière générale une approche de consommation plus réfléchie.

Ne jamais jeter de déchets, de restes de peinture, de solvants ou autres dans les grilles, les caniveaux, la nature ou sur le bitume. Ces déchets iraient directement dans la rivière ou le lac sans passer par une STEP et pollueraient gravement le milieu naturel (cf. point 5.2).

- 1. Fiche de test: « Ta rivière est-elle dans un état naturel ? »**
- 2. Fiche de test: « Quel est l'état de santé de ta rivière ? »**
- 3. Quiz: « Connais-tu la loutre ? »**

1. Fiche de test: «Ta rivière est-elle dans un état naturel?»

La mission consiste pour toi à étudier la rivière qui coule près de ton école. Prends une question après l'autre, choisis la réponse qui te semble la plus juste, fais une croix dans la case correspondante et note le nombre de points.

1. Profondeur

- La profondeur de l'eau varie beaucoup et change fréquemment. (1 point)
- La profondeur de l'eau change mais reste à peu près la même sur certains tronçons. (2 points)
- La rivière a presque partout la même profondeur. (4 points)

2. Vitesse

- L'eau coule à des vitesses différentes, le courant change souvent. (1 point)
- La vitesse est plus ou moins faible et plus ou moins élevée selon les tronçons. (2 points)
- L'eau coule presque partout à la même vitesse. (4 points)

3. Largeur

- La largeur de la rivière varie beaucoup et change fréquemment. (1 point)
- La largeur varie mais reste la même sur certains tronçons. (2 points)
- La largeur de la rivière est presque partout la même. (4 points)

4. Tracé

Ruisseau de montagne

- Le torrent dessine des méandres mais les virages serrés sont inexistantes. (1 point)
- Le torrent suit un tracé pratiquement rectiligne. Les courbes sont rares. (2 points)
- Le torrent est canalisé et s'écoule de manière presque rectiligne. (4 points)

Ruisseau de plaine

- La rivière fait des courbes naturelles et parfois des virages serrés. (1 point)
- La rivière fait des courbes, mais les virages serrés sont rares. (2 points)
- La rivière suit un tracé pratiquement rectiligne. Les courbes sont rares. (3 points)
- La rivière est canalisée et s'écoule de manière presque rectiligne. (4 points)

5. Bancs de sable et îles

- Il y a des bancs de sable et de gravier, souvent même des îles avec des buissons et des arbres. (1 point)
- Il y a des bancs de sable et de gravier, les îles sont rares. (2 points)
- Il n'y a pas de bancs de sable ni de gravier, il n'y a pas d'îles. (4 points)

6. Aménagements dans la rivière

- La rivière coule en toute liberté. Il n'y a aucun aménagement artificiel (barrage de retenue, seuil) en travers de la rivière. (1 point)
- Il y a des obstacles artificiels (seuils, barrages de retenue) faits de pierres ou de bois. Mais ils ne sont pas très élevés (10 cm de haut au maximum). (2 points)
- Il y a beaucoup d'obstacles artificiels. La plupart ont plus de 10 cm de haut. (3 points)
- Il y a beaucoup d'obstacles artificiels. Ils ont plus de 10 cm de haut. Le lit de la rivière est recouvert de plaques de pierre ou de béton. (4 points)

7. Affluents

- Les affluents peuvent rejoindre librement ta rivière. Ils sont eux-mêmes libres de tout aménagement. (1 point)
- Les affluents sont peu aménagés. L'accès à ta rivière est libre. (2 points)
- Les affluents sont fortement aménagés, l'accès à ta rivière est interrompu par des seuils. (3 points)
- Les affluents sont fortement aménagés ou placés dans des tuyaux. L'accès à ta rivière est aménagé. (4 points)

8. Rives

- _ Les rives plates succèdent aux rives pentues. Les rives ne sont pas consolidées par des pierres, du béton ou du bois. (1 point)
- _ Les rives plates succèdent aux rives pentues. Elles sont partiellement consolidées avec du bois. (2 points)
- _ Les rives sont le plus souvent pentues et souvent consolidées avec du bois ou des blocs de pierre. (3 points)
- _ Les rives sont partout pentues et consolidées avec du béton ou de grands blocs de pierre. (4 points)

9. Plantes de la rive, environs de la rivière

- _ Sur les deux rives de la rivière poussent de nombreux buissons et arbres variés, qui forment une large bande. Il y a parfois de grandes surfaces marécageuses, des marais ou des roseaux. (1 point)
- _ Directement au bord de l'eau, il y a une étroite bande avec des buissons et des arbres, ici ou là des surfaces marécageuses, des marais ou des roseaux. (2 points)
- _ Les arbres et les arbustes sont rares. Les routes et les chemins longent ici ou là directement la rivière, les champs et les prés peuvent s'étendre jusqu'à la rivière. (3 points)
- _ Il n'y a ni arbres ni arbustes. Les routes et les chemins longent ici ou là directement la rivière. Les champs et prés s'étendent parfois jusqu'à la rivière. (4 points)

10. Bois mort

- _ Des arbres ou des arbustes renversés jonchent la rivière. (1 point)
- _ Beaucoup de bois a été charrié sur la rive et sur les îles. (2 points)
- _ Du bois a été charrié mais il n'y a pratiquement pas d'arbres déracinés dans l'eau. Il n'y a pas de bois mort. (4 points)

Nombre total de points:

Résultats: qualité du cours d'eau examiné

10 - 15 points: Ton ruisseau est naturel.

Ton ruisseau coule pratiquement à l'état naturel. Il constitue un espace de vie très important pour un grand nombre de plantes et d'animaux. Ton ruisseau est très diversifié. Ça doit être passionnant de venir jouer et faire des recherches ici.

16 - 24 points: Ton ruisseau est proche de l'état naturel

Ton ruisseau a déjà été modifié de façon visible par l'homme. Mais il est encore proche de l'état naturel et il constitue un bon espace de vie pour un grand nombre de plantes et d'animaux. Ton ruisseau est varié et il offre de bonnes possibilités de jeux et de recherches.

25 - 33 points : Ton ruisseau ne va pas très bien.

Ton ruisseau a été modifié par des interventions humaines et il a subi des travaux de correction importants. Un grand nombre d'espèces animales et végétales ne parviennent que difficilement ou plus du tout à y vivre. Le ruisseau a une apparence monotone sur de longs tronçons. Jouer et faire des recherches ici n'a rien de très passionnant et il y a peu d'endroits où tu peux bien t'approcher de l'eau.

34 - 40 points: Ton ruisseau est en très mauvais état.

Ce cours d'eau est en très mauvais état. Le cours naturel du ruisseau a subi des modifications importantes. Très peu d'espèces animales et végétales peuvent encore y vivre. Le ruisseau est monotone. Il n'est pas possible ou alors très ennuyeux de venir jouer et de faire des recherches ici et tu ne peux pas t'approcher de l'eau.

2. Fiche de test: «Quel est l'état de santé de ta rivière?»

Il est possible de connaître l'état de propreté de l'eau de ta rivière sans avoir à effectuer des expériences scientifiques compliquées. A eux seuls, tes yeux et ton nez te feront découvrir une foule de choses! Cet examen ne devrait pas avoir lieu juste après un violent orage ou après une crue, parce que l'eau sera alors immanquablement trouble et les pierres seront le plus souvent propres.

Ce test permet d'apprécier la qualité de l'eau de rivières ayant une largeur comprise entre 0,5 m et 10 m. Prends les questions les unes après les autres, effectue les examens nécessaires et détermine les réponses qui te semblent correspondre le mieux à la réalité.

Aspect extérieur et odeur de la rivière

Avec toute la classe, commencez par remplir des bouteilles avec de l'eau prélevée à dix endroits différents au moins. Il importe que l'eau provienne d'endroits différents et de profondeurs différentes. Examinez ensuite l'eau des bouteilles.

1. Couleur de l'eau

Agite énergiquement une bouteille contenant de l'eau de la rivière et compare l'échantillon avec un verre d'eau potable.

- L'eau de la rivière est claire et incolore. (1 point)
- L'eau de la rivière est légèrement trouble. Sa couleur est un peu jaunâtre. (2 points)
- L'eau de la rivière est très trouble. Sa couleur est entre le jaune-vert et le brun. (3 points)
- L'eau de la rivière est totalement opaque. Sa couleur est entre le gris et le noir. (4 points)

2. Odeur de l'eau

Agite énergiquement une bouteille contenant de l'eau de la rivière et compare l'échantillon avec un verre d'eau potable.

- L'eau a une odeur fraîche ou n'a pas d'odeur. (1 point)
- L'eau a une faible odeur. Cette odeur est agréable. (2 points)
- L'eau a une forte odeur. Une odeur de moisi désagréable. (3 points)
- L'eau a une très forte odeur. Elle dégage une odeur très désagréable, voire putride. La boue de ta rivière peut sentir les oeufs pourris. (4 points)

3. Ecume de l'eau

Agite énergiquement, pendant une trentaine de secondes, une bouteille contenant de l'eau de la rivière. Y a-t-il formation de mousse? Que devient cette mousse?

- Il ne se forme pas de mousse. (1 point)
- La mousse disparaît au bout de 1 à 10 secondes. (2 points)
- La mousse disparaît seulement au bout de 10 secondes à 5 minutes. (3 points)
- La mousse met plus de 5 minutes pour disparaître. (4 points)

Pierres dans l'eau

A présent, ramasse des pierres de la grosseur du poing à différents endroits de la rivière et examine-les attentivement.

4. Face supérieure

- Le dessus des pierres est clair et propre. (1 point)
- Le dessus des pierres est vert clair ou brun clair, de petites algues vertes poussent ici ou là sur la pierre. (2 points)

_ Le dessus des pierres est vert foncé à brun foncé. Les pierres sont gluantes. (3 points)

_ Le dessus des pierres est recouvert d'une épaisse couche brune.

Les pierres peuvent aussi être couvertes d'algues. (4 points)

5. Face inférieure

_ Le dessous de toutes les pierres est clair et propre. (1 point)

_ Le dessous des pierres provenant d'endroits où il n'y a pas de courant est de couleur grise à noire. (3 points)

_ Le dessous de toutes les pierres de la rivière est de couleur grise à noire. (4 points)

Nombre total de points :

Evaluation: propreté de la rivière étudiée

5 à 8 points: ta rivière est très propre

L'eau de ta rivière est très propre et elle contient beaucoup d'oxygène. Les animaux très sensibles à la pollution peuvent vivre là. Comme l'eau ne contient que très peu de substances nutritives, les plantes y sont rares. L'eau est pour ainsi dire aussi propre que de l'eau potable.

9 à 12 points: ta rivière n'est presque pas souillée

L'eau de ta rivière est relativement propre et contient suffisamment d'oxygène. La rivière peut servir d'habitat à de nombreuses espèces animales. L'eau contient assez de substances nutritives pour faire croître des plantes. Si tu avales une gorgée d'eau en te baignant, tu n'as pas de soucis à te faire.

13 à 16 points: ta rivière est passablement souillée

L'eau de ta rivière est déjà fortement polluée et elle ne contient souvent que trop peu d'oxygène. Pour de nombreux animaux, la survie est problématique. L'eau contient trop de substances nutritives, qui provoquent une très forte croissance d'algues. Attention à la baignade: si tu bois la tasse, tu pourras avoir mal au ventre et souffrir de diarrhée.

17 à 20 points: ta rivière est très souillée

L'eau de ta rivière est très fortement polluée et elle ne contient presque plus d'oxygène. Seuls les animaux capables de supporter la saleté et la boue vivent encore là. L'eau contient beaucoup trop de substances nutritives et la prolifération des algues peut prendre une tournure extrême. Ne se baigner en aucun cas et ne pas boire de cette eau.

3. Quiz : « Connais-tu la loutre? »

1. Qu'est-ce qui différencie principalement la loutre du castor ?

- a. Son lieu de vie
- b. Son régime alimentaire
- c. Sa taille

2. Parmi ces réponses, laquelle est une des raisons de la disparition de la loutre en Suisse ?

- a. La navigation sur les cours d'eau
- b. La pollution de l'eau
- c. La concurrence avec une autre espèce

3. Qu'est-ce qui est essentiel au retour de la loutre en Suisse ?

- a. L'arrêt de la pêche
- b. L'augmentation des précipitations
- c. L'amélioration de la qualité de l'eau

4. Que sont les catiches ?

- a. Les terriers de la loutre
- b. Ses moustaches
- c. Ses crottes

5. Combien de kg de poissons la loutre mange-t-elle par jour ?

- a. Environ 1 kg
- b. L'équivalent de son propre poids (soit de 5 à 12 kg)
- c. Environ 100 g

Solutions du Quiz

1 – b:

La loutre est un animal carnivore; elle se nourrit donc de poissons, de petits mammifères, d'amphibiens ou d'oiseaux. Le castor quand à lui est herbivore; il se nourrit de feuilles, de rameaux ou d'écorces d'arbre.

2 – b:

La loutre est un animal très sensible à la pollution des rivières, notamment par des produits chimiques appelés PCB. Comme elle est au sommet de la chaîne alimentaire, ces produits s'accumulent fortement dans son organisme, entraînant sa mort ou sa stérilité !

3 – c:

A cause de son extrême sensibilité aux polluants, sans amélioration de la qualité de l'eau, la loutre n'a aucune chance de pouvoir se maintenir sur notre territoire.

4 – a:

En effet c'est le nom que l'on donne aux terriers de la loutre. Leur entrée est généralement située sous l'eau et une cheminée d'aération s'ouvre sur la berge. Ce terme vient du verbe « se catir », en vieux français, qui signifie se blottir dans un coin. Ses crottes sont également désignées par un terme particulier : ce sont les épreintes.

5 – a:

On croyait autrefois qu'elle mangeait l'équivalent de son propre poids, soit de 5 à 12 kg ! C'est pourquoi elle était mal aimée des pêcheurs ! On sait maintenant qu'elle mange seulement environ 1 kg de nourriture par jour.

L'eau en général

- Rapport Planète vivante 2004. WWF International, Gland, 2004, 42 p.
- L'eau pour les hommes, l'eau pour la vie. Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau (résumé en français). UNESCO, Paris, 2003, 36p.
Ce dossier est téléchargeable depuis www.unesco.org/water/wwap, sous «1er rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau»
- ENVIRONNEMENT. No. 3/2001: L'eau, c'est la vie! La protection des eaux - un défi permanent. OFEFP, Berne, 2001, 63 p.
- L'eau souterraine. OFEFP, Berne, 2003, 31 p.
- La Salamandre. No. 117: L'eau, les quatre éléments. Neuchâtel. 1996, 52 p.
- Paul Walder, Hans Ulrich Weber, Hanspeter Woker: Biologie et protection des eaux. OFEFP, Berne, 1991, 71 p.
- Eaux courantes – source de vie. LSPN (actuellement Pro Natura), No 6/90, Bâle, 1990, 27p.

L'eau en Suisse

- Plongée dans l'économie des eaux. Découvrez le monde fascinant de l'économie des eaux en Suisse. OFEG, Berne, 2003, 24 p.
Ce dossier est téléchargeable depuis www.admin.ch/bwg, sous le thème « Eau »
- Markus Hostmann, Andreas Knutti : Eaux libérées – A la découverte des cours d'eau revitalisés de Suisse. WWF Suisse, 2002, 191 p.
- Pour une gestion durable de l'eau dans les zones habitées de Suisse. WWF Suisse, 2003, 4 p.
- Indice eaux douces et zones humides européennes. Analyse critique de la gestion des eaux en Suisse. WWF Suisse, 2003, 5 p.

Matériel pédagogique

- Dossier pédagogique du WWF pour une gestion durable de l'eau. WWF Suisse, 2002, 44 p.
Ce dossier est téléchargeable depuis www.kids-for-the-alps.net
- Jeu : Bruits d'eau. Reconnaître les bruits d'eau, avec ou sans l'appui de photos. WWF Suisse
- Coule la rivière. Un moyen d'enseignement de Pro Natura. Bâle, 1997, 28 p.
- Vie fascinante des eaux. Un moyen d'enseignement de Pro Natura. Bâle, 1995, 44 fiches de détermination et d'information sur les invertébrés aquatiques
- Kit de terrain « La Rivière m'a dit ». Fédération Rhône-Alpes de protection de la nature (FRAPNA) et WWF France, Lyon, 2001, 96 p.

Sites Internet

Sites suisses

- www.wwf.ch/fr/, choisir le thème de l'eau, sous la rubrique «Nos thèmes»
- www.ofefp.ch, sous le thème «Protection des eaux»
Site de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage
- www.admin.ch/bwg, sous le thème «Eau»
Site de l'Office fédéral des eaux et de la géologie
- www.eaupotable.ch
Site sur l'eau potable de la Société Suisse de l'Industrie, du Gaz et des Eaux (SSIGE)
- www.qualitedeleau.ch
Site de la SSIGE également, qui permet d'obtenir des données qualitatives sur l'eau selon les régions

Sites français

- www.cieau.com
Centre d'information sur l'eau
- www.oieau.fr
Site de l'Office International de l'Eau
- www.public-info.org, sous «Dossier», puis «Rapport sur l'eau et l'assainissement» et «Les actions pour l'eau dans le monde»
- <http://la.climatologie.free.fr>, sous «l'océan et le climat» vous trouverez des informations concernant les courants océaniques et de manière générale ce site permet de se documenter sur tout ce qui concerne le climat et les changements climatiques.
- www.sos-planete-eau.org, sous «Se documenter»
Site des actions de la fondation N. Hulot pour la Nature et l'Homme en faveur des milieux aquatiques

Sites canadiens

- www.ec.gc.ca/water
Site sur l'eau douce
- www.cciw.ca
Institut national de recherche sur les Eaux (INRE) au Canada

Commande des ouvrages

WWF Suisse
Ch. de Poussy 14 - 1214 Vernier
022 939 39 90
service-info@wwf.ch - www.wwf.ch

Pro Natura
Postfach - 4018 Bâle
061 317 91 91
mailbox@pronatura.ch - www.pronatura.ch

OFEV
3003 Berne
031 322 93 11
info@bafu.admin.ch - www.ofev.ch

FRAPNA
19 rue Jean Bourgey
69625 Villeurbanne Cedex - France
04 78 85 98 98 - www.frapna.org

Impressum

Editeur
WWF Suisse
Chemin de Poussy 14
1214 Vernier
Tel. +41 (0)22 939 39 90
Fax +41 (0)22 939 39 91
Service-info@wwf.ch
www.wwf.ch

Auteurs
Delphine Conus
Florian Haenggeli

Illustrations, graphisme, mise en page
Albin Christen (www.albin.ch)

Traduction
Version allemande: Regina Reuschle
Version italienne: Chantal Peverelli

Impression
Imprimerie St-Paul, Fribourg
Papier recyclé 100%, Cyclus blanc

1^{ère} édition 2006
© WWF Suisse 2006
Tous droits réservés.
Hormis à des fins éducatives (scolaires), ce document ne peut être reproduit ou utilisé sans autorisation du WWF.

© 1986, WWF – World Wide Fund for Nature
® WWF Registered Trademark Owner

Comme lors des 2 précédentes tournées «forêts tropicales et climat», la tournée «eau» est soutenue par la **MIGROS**

Tout sur l'engagement de la Migros en faveur de l'homme, des animaux et de la nature sous www.migros.ch (rubrique «Engagement»).



Le WWF a pour objectif de stopper la dégradation de la nature et de construire un avenir dans lequel les êtres humains pourront vivre en harmonie avec la nature.

Partout dans le monde, le WWF s'engage pour:

- la conservation de la diversité biologique,
- l'exploitation durable des ressources naturelles,
- la diminution de la pollution et des habitudes de consommation néfastes pour l'environnement.

WWF Suisse

Chemin de Poussy 14

1214 Vernier

Tél.: 022 939 39 90

Fax: 022 939 39 91

service-info@wwf.ch

www.wwf.ch