

L'EAU ET LES HOMMES

Que ce soit pour l'Homme, les plantes ou les animaux, l'eau joue un rôle déterminant pour la vie sur Terre ! Cette exposition, réalisée en 2013 dans le cadre de l'Année internationale de la coopération dans le domaine de l'eau, vous permettra de mieux saisir l'importance de préserver ce bien précieux.

Vous comprendrez pourquoi **l'or bleu**, indispensable pour le corps humain, pour la fabrication de matières premières mais aussi dans la course aux énergies, constitue un **enjeu majeur dans les rapports géopolitiques** et fait l'objet de nombreux conflits dans le monde. Vous prendrez conscience de l'importance de gérer de façon durable cette ressource trop souvent considérée comme inépuisable, afin qu'un jour chacun puisse avoir accès à l'eau potable. Alors, plongez dans cet océan de molécules et **suivez la goutte** « **H₂O** » pour découvrir tous les secrets de l'eau !

Cette exposition a été réalisée par la Maison de l'environnement, des sciences et du développement durable (MESDD), pour la Communauté d'agglomération de Saint-Quentin-en-Yvelines (CASQY), et le Centre de Vulgarisation de la Connaissance (CVC) de l'université Paris-Sud.

Ont participé :

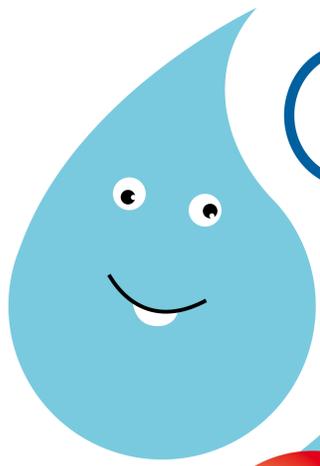
MESDD : Amélie Aubert, Salut Canals-Doucet, Sandrine Le Flohic et Flora Toutée.

CVC : Sébastien Descotes-Genon, Sophie Félix, Nicolas Graner, Séverine Martrenchard et Sylvie Salamitou.

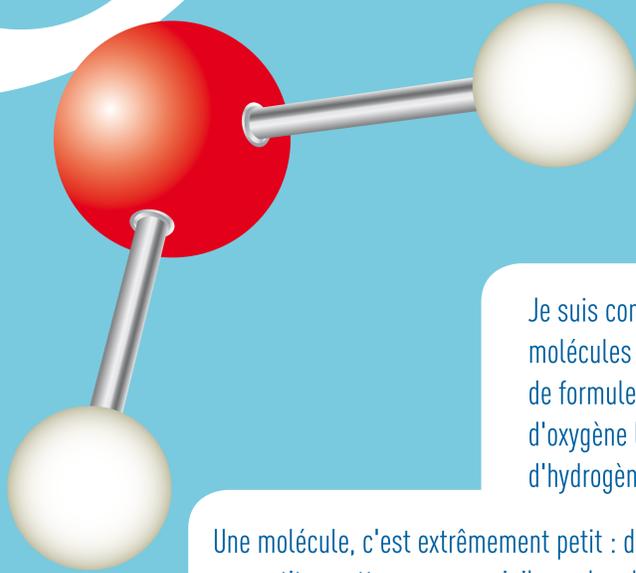
Graphisme : Anne Vanbiervliet, service communication de la Faculté des Sciences d'Orsay

Qui suis-je ?

1



eau



Je suis composée de molécules toutes simples de formule H_2O (un atome d'oxygène lié à deux atomes d'hydrogène).

Une molécule, c'est extrêmement petit : dans une petite goutte comme moi, il y a plus de mille milliards de milliards de molécules d'eau !

Le **rassemblement de toutes ces molécules** forme la substance appelée « eau » que l'on connaît bien.

Selon la température, on peut trouver de l'eau sous **3** formes différentes :

la glace



l'eau liquide



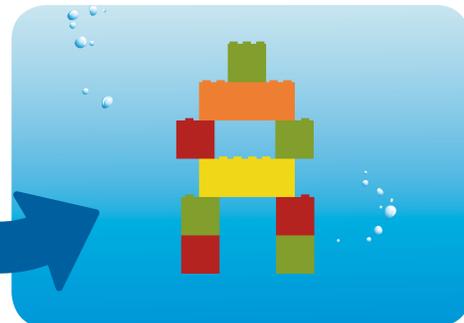
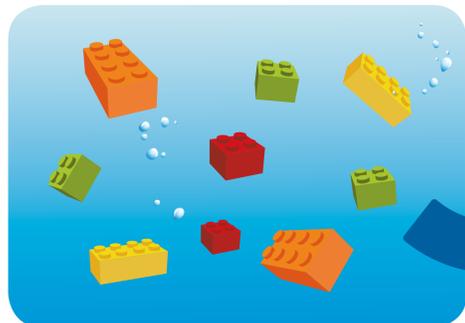
la vapeur d'eau



Elle est invisible : la fumée que l'on voit s'échapper du verre est composée de micro-gouttelettes d'eau liquide.

- L'important est que l'eau puisse exister sous **forme liquide**
- dans les conditions de température et de pression qui règnent
- à la surface de notre planète.
- Ce n'est pas le cas de toutes les substances : l'air est seulement gazeux ; le fer, le cuivre, l'or... sont seulement solides.

Le grand
lego de la
chimie



La matière est constituée d'atomes qui sont comme les petites briques d'un jeu de construction. Ils s'assemblent pour **former des molécules**. Souvent les molécules se défont et leurs atomes peuvent servir à faire des constructions différentes : d'autres molécules. On appelle cela une **réaction chimique**.

Pour qu'une réaction chimique se déroule bien, il faut que les atomes se déplacent pour se rencontrer.

L'eau liquide permet ces mouvements, on dit que c'est un « **bon solvant** ».

L'eau est un solvant

Quand on met un morceau de sucre dans l'eau, le sucre se dissout : les molécules de sucre, qui étaient rassemblées, se séparent sous l'action de l'eau. Le même morceau de sucre dans l'huile resterait intact !

L'eau peut **dissoudre de nombreuses substances**, comme par exemple les sels minéraux et de nombreux nutriments (sucres, protéines, vitamines...) indispensables aux organismes vivants.

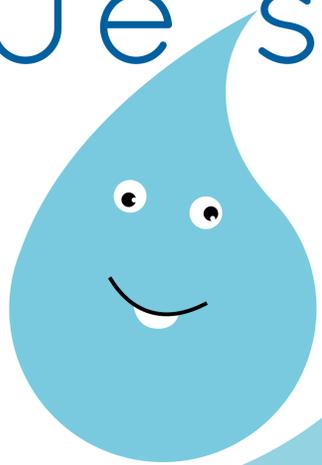
Le
saviez-?
vous

La vie sur Terre est apparue dans l'océan il y a environ **3,8 milliards d'années**. Des assemblages de plus en plus complexes d'atomes se sont formés jusqu'à l'apparition des premiers êtres vivants.



Je suis indispensable à la vie

2



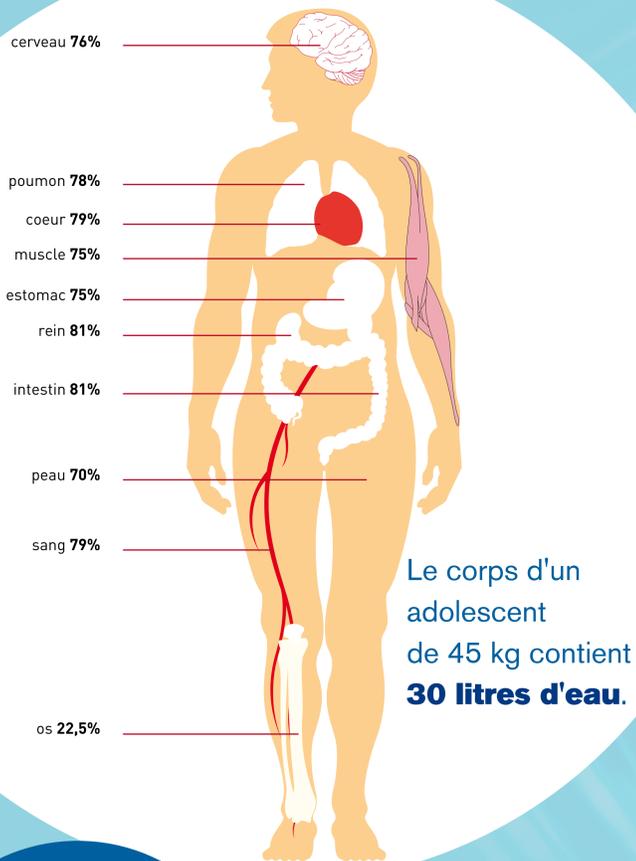
La laitue contient
95 % d'eau.
C'est pour cela
qu'elle n'est pas
très nourrissante !

Il y a de l'eau à l'intérieur de chaque **cellule vivante**. La pression de cette eau rend la cellule rigide.

Voilà ce qui arrive quand on oublie d'arroser une plante : elle devient toute **ramollie** à cause du manque d'eau.



Proportions d'eau dans différentes parties du corps



L'eau dans le corps humain

L'eau utilisée par l'organisme

la salive : environ 1 L par jour
le suc gastrique : 2 à 2,5 L
la bile : 0,5 L
le suc pancréatique : 0,7 L
les sécrétions intestinales : environ 3 L
le sang : 3 à 4 L



À quoi l'eau sert-elle ?

- L'eau a un rôle de **transport** : elle amène aux cellules les éléments dont elles ont besoin (substances issues des aliments, oxygène transporté par le sang...) et les débarrasse de leurs déchets.
- L'eau participe aux **milliers de réactions chimiques** qui ont lieu chaque seconde dans notre corps.
- Elle aide à maintenir notre **température constante** grâce à la transpiration.

Le saviez-vous ?

Quelle est la partie du corps qui contient le moins d'eau ?

Réponse : l'ivoire des dents

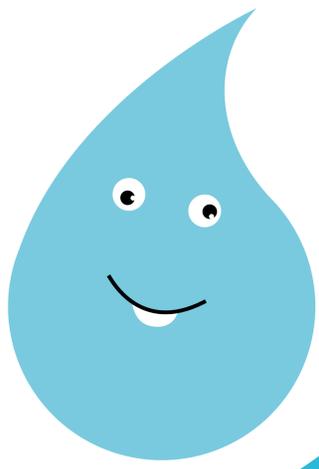
L'organisme ne peut pas stocker l'eau à long terme

Or on en perd constamment via l'urine (de 1 à 1,5 L par jour), la transpiration (de 0,5 à 1 L selon la chaleur et les activités) et également la respiration, au moment de l'expiration (0,5 L par jour).

Une perte de 10 à 15 % d'eau peut entraîner la mort : **sans boire (ni manger), notre espérance de vie n'excède pas 3 jours.**



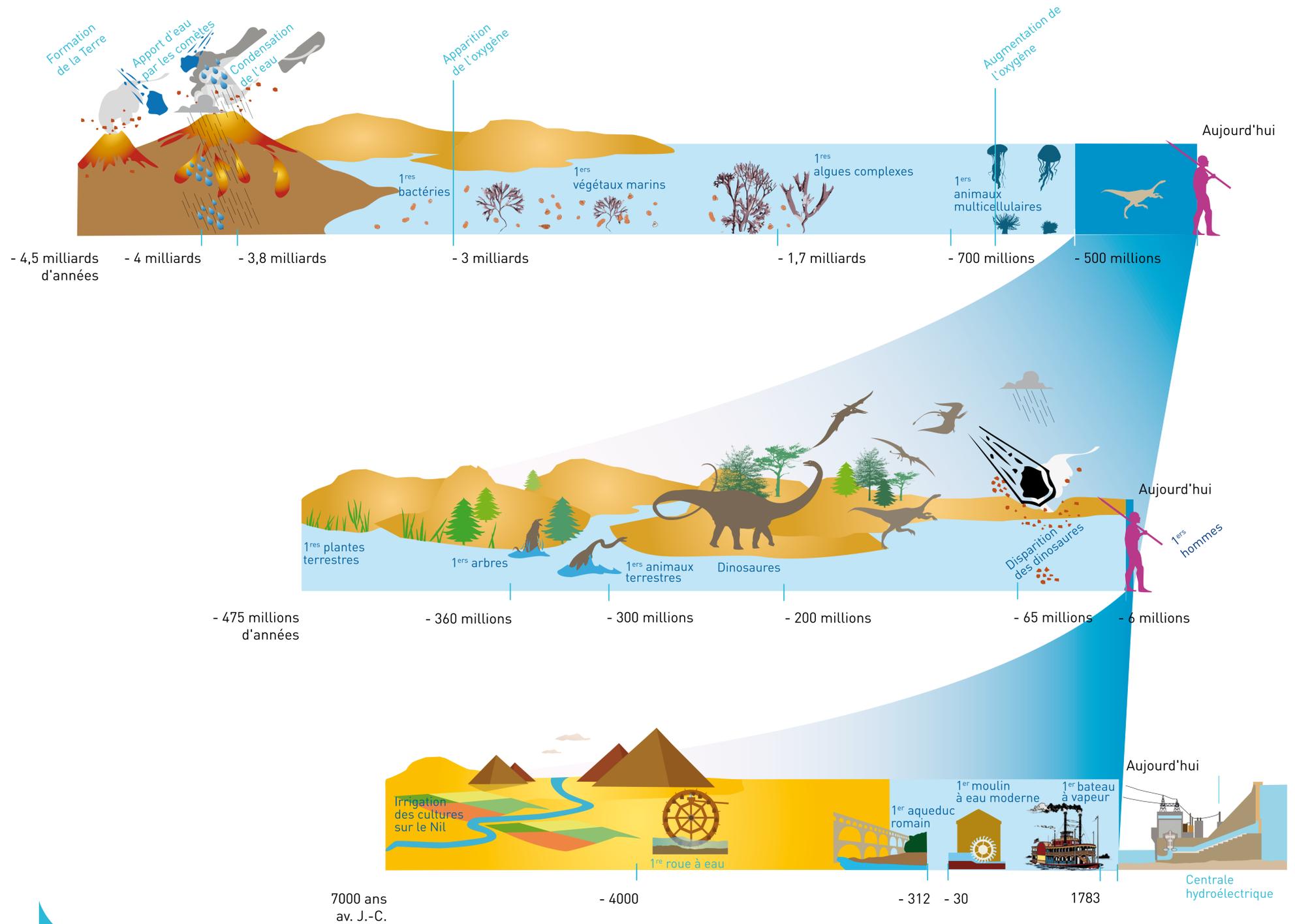
Un adolescent doit ingérer environ **2,2 L d'eau** par jour dont 1 L peut être fourni par les aliments, le reste par les boissons.



Mon histoire

Histoire de l'eau Histoire de la vie

Les conditions qui règnent sur Terre sont **exceptionnelles** : la planète est suffisamment massive pour retenir l'eau à sa surface et se trouve dans la « zone d'habitabilité » du Soleil (c'est-à-dire ni trop près du Soleil où il fait trop chaud, ni trop loin où il fait trop froid pour accepter de l'eau liquide). De plus, la Terre a un effet de serre équilibré grâce notamment à la vapeur d'eau présente dans son atmosphère : elle retient juste ce qu'il faut de chaleur du Soleil pour obtenir des températures favorables à la vie. Ainsi, l'eau a permis **l'apparition de la vie** sur notre planète.



Le saviez-vous ?

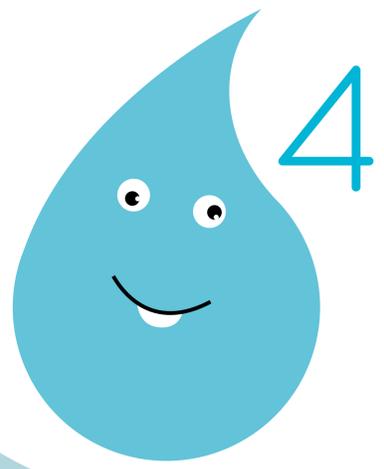
L'eau présente sur Terre est la même depuis les origines. Dans chaque verre d'eau que vous buvez se trouvent des milliards de molécules d'eau bues autrefois par Jules César !

90 % de l'histoire de la vie s'est déroulée dans l'eau.

Apparition de l'oxygène

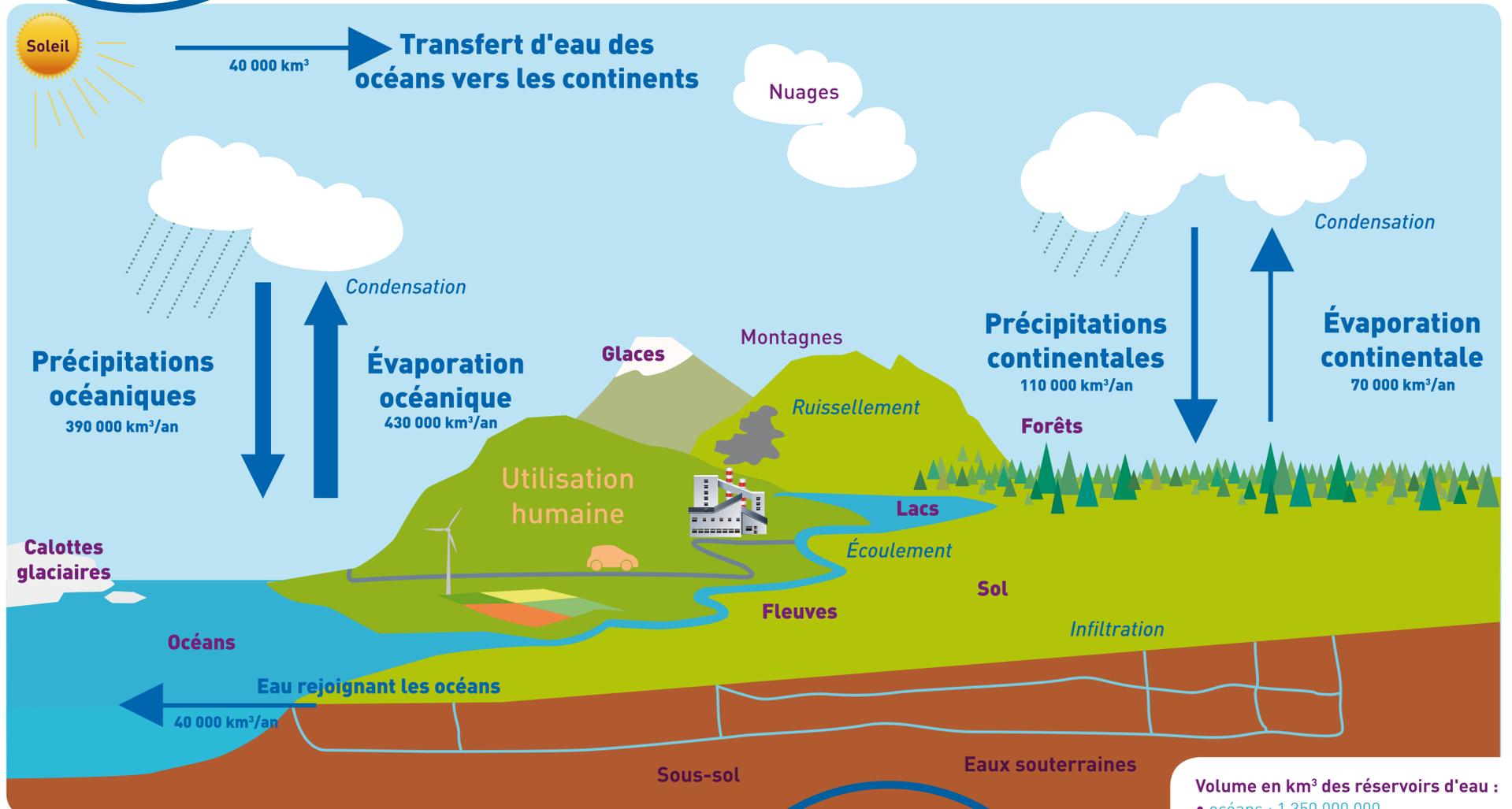
La **photosynthèse** est un processus qui permet aux plantes (et à certaines bactéries) de créer de la matière vivante en **utilisant la lumière du soleil**, de l'eau et du dioxyde de carbone (CO₂). Il s'agit d'un **phénomène complexe** qui leur permet de pousser et de vivre. Une conséquence de ce procédé est la libération d'oxygène (O₂) dans l'atmosphère.

Mon voyage dans la nature



Cycle de l'eau

L'eau dans l'**atmosphère** et les **cours d'eau** se renouvelle très rapidement, en une à quelques semaines.
L'eau peut séjourner quelques dizaines d'années dans les **grands lacs**, et plusieurs milliers d'années dans les océans, les glaciers et certaines **nappes souterraines**.



- Volume en km³ des réservoirs d'eau :**
- océans : 1 350 000 000
 - calottes glaciaires : 29 000 000
 - eaux souterraines : 8 400 000
 - lacs et rivières : 200 000

Même latitude, climat différent

Toronto, Canada
43° 39' 12" Nord
79° 23' 02" Ouest



ÉTÉ
juillet : 22,2°C



HIVER
janvier : -4,2°C

Bordeaux, France
44° 50' 16" Nord
0° 34' 46" Ouest



ÉTÉ
juillet : 20,8°C



HIVER
janvier : 6,4°C

Climat

L'**eau** joue un rôle très important dans le climat. **Les océans**, notamment, participent à la redistribution de chaleur (ils absorbent ou libèrent de la chaleur), parfois sur de grandes distances grâce aux **courants océaniques**.

Ainsi, les régions tempérées proches des océans ont un **climat plus stable** (avec un hiver doux et un été frais).

De même, la vapeur d'eau présente dans l'atmosphère est soumise aux vents et peut se transformer en précipitations selon la température et les reliefs rencontrés.

Sa répartition irrégulière autour du monde et dans le temps **règle les climats et les saisons !**

Le saviez-vous ?

L'eau sur Terre est répartie en 97,2 % d'eau salée dans les océans et mers, 2,1 % de glaces, environ 0,7 % d'eau douce dans les fleuves, rivières, lacs et eaux souterraines et enfin 0,005 % de vapeur d'eau dans l'atmosphère.

Mon voyage dans les tuyaux



Plus je suis facile à faire couler au robinet, plus on me consomme

Consommation par personne et par jour



Canada
700 litres



États-unis
600 litres



France
150 litres



Cameroun
32 litres



Tanzanie
9 litres

Il existe de **fortes variations** dans la consommation d'eau dans le monde. Les pays développés sont de grands consommateurs. Pour la plupart des pays africains, l'accès à l'eau même non potable reste trop souvent un problème.

De l'eau potable à volonté ? De plus en plus compliqué...

On vit avec **30 L d'eau par jour en Afrique** ; en France cette quantité nous permet juste de faire fonctionner le lave-vaisselle.

150 à 200 litres

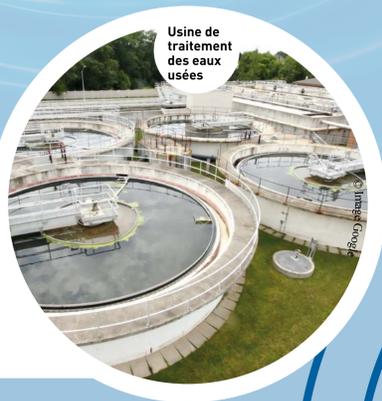
80 litres

10 à 30 litres



L'eau est puisée dans les nappes phréatiques ou les rivières, et doit subir des traitements avant sa consommation. C'est la **potabilisation**. Il existe **15 300 stations de traitement** en France.

Les installations de **traitement de l'eau** permettent en général d'obtenir une eau de bonne qualité. Des contrôles permanents sont nécessaires pour s'assurer que les quantités de pesticides et de nitrate ne dépassent pas les valeurs autorisées.



Usine de traitement des eaux usées

Même les pays développés connaissent des problèmes liés au manque d'eau : la **Californie** ou l'**Andalousie** ont connu d'**importantes sécheresses**. Certains pays comme Israël ont de sérieux problèmes d'approvisionnement en eau.

Trouver de l'eau douce : vieux problème, nouvelles solutions



Installation de désalinisation de l'eau à Ashkelon en Israël.

97 % de l'eau sur Terre est salée, dans les océans, d'où l'idée de **déssaler l'eau de mer**. Cela peut être fait soit par **distillation** en évaporant l'eau pour la séparer du sel, soit par une sorte de **filtration** très poussée, appelée l'osmose inverse. Ces solutions sont coûteuses en énergie et engendrent des problèmes de pollution (que faire de tout ce sel ?)

Mon travail dans les champs



Je suis **essentielle pour les plantes**, mais dans beaucoup d'endroits il ne pleut pas suffisamment ou la terre ne peut pas me retenir.

Quantité d'eau utilisée pour produire 1 kg



Coton
5263 litres



Soja
900 litres



Pomme de terre
590 litres



banane
346 litres

L'eau pompée en surface ou dans les nappes phréatiques souterraines est répartie sur les champs par différentes techniques. En Europe, le plus souvent, on asperge les cultures mais en Asie on inonde les rizières. Lorsque l'on veut économiser l'eau, on choisit d'**arroser aux heures les plus fraîches** de la journée pour **limiter l'évaporation**. La méthode la plus sobre est d'amener l'eau goutte-à-goutte au pied des plantes par des tuyaux.

L'irrigation

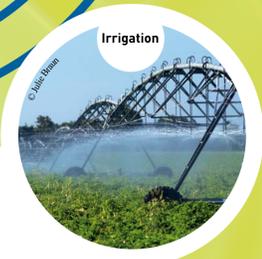
Les conséquences

Il était une fois **une mer...**

Située en Asie Centrale, la **mer d'Aral** était le quatrième plus grand lac du monde. Depuis les années soixante, les rivières qui l'alimentaient ont servi à irriguer des cultures de riz, de céréales et de coton. Privé d'eau, le lac avait perdu 60 % de sa surface en l'an 2000. À sa place, il reste un **désert salé**.



1 L'irrigation a malheureusement un impact important sur l'eau et sur la terre. Elle diminue la quantité d'eau disponible dans les lacs et les rivières et perturbe ainsi les écosystèmes qui y sont attachés.



2 L'eau d'irrigation emporte les sédiments fertiles et libère aussi des sels contenus dans les roches, ce qui finit par empêcher les plantes de pousser. La salinisation réduit les superficies irriguées du monde de 1 à 2 % par an.

3 L'eau en ruisselant emporte également certains éléments artificiels (nitrates provenant des engrais, pesticides...) qui polluent les réserves d'eau potable.

Des solutions

Il existe des techniques agricoles qui limitent ces inconvénients : labourage anti-érosion, création de zones tampons, plantes sobres en eau, limitation de l'arrosage et de l'apport en produits chimiques.

Mon travail à l'usine



Je sers à fabriquer de nombreux objets ! En effet, les usages industriels représentent environ **22 %** de l'usage mondial en eau.



Jean
11000 litres



Papier
500 litres pour 1kg



Ciment
35 litres pour 1kg



Bouteille plastique vide
1,5 litre pour une bouteille

Quantité d'eau nécessaire à la fabrication

De multiples usages

POUR L'ÉNERGIE

- **Pour extraire** le pétrole et le raffiner en séparant ses différentes composantes.
- **Pour faire sortir le gaz de schiste**, par fracturation hydraulique, des roches souterraines où il est piégé.



POUR L'EXTRACTION ET LA FABRICATION

- Elle est utilisée **pour l'extraction** de matières premières et la préparation de certains métaux essentiels comme l'acier et l'aluminium.
- Elle entre dans le **processus de fabrication** de nombreux produits : travail du cuir, teinture de tissus...
- La production de papier utilise beaucoup d'eau pour préparer la pâte à partir de bois ou de vieux papiers, et pour blanchir le papier en utilisant des dissolvants chimiques.

Le parc de la Doñana

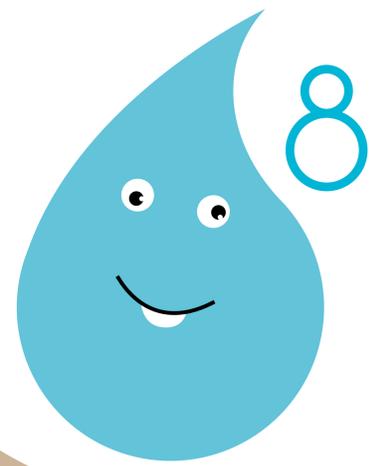
Ce parc, **situé en Andalousie**, abrite de nombreuses espèces animales et végétales. En 1998, la **digue** d'une mine de zinc et d'argent située à proximité **a cédé**, relâchant environ 4 millions de mètres cubes de **déchets toxiques** dans la rivière irriguant le parc. Le **nettoyage a duré trois ans** et a coûté près de 240 millions d'euros.



Des solutions

Dans les pays où les réglementations les encouragent, les industriels essaient de limiter la quantité d'eau consommée, en recyclant leurs eaux usées. Ils retraitent aussi ces eaux avant de les relâcher à l'extérieur, afin de limiter la pollution.

Je transporte les marchandises

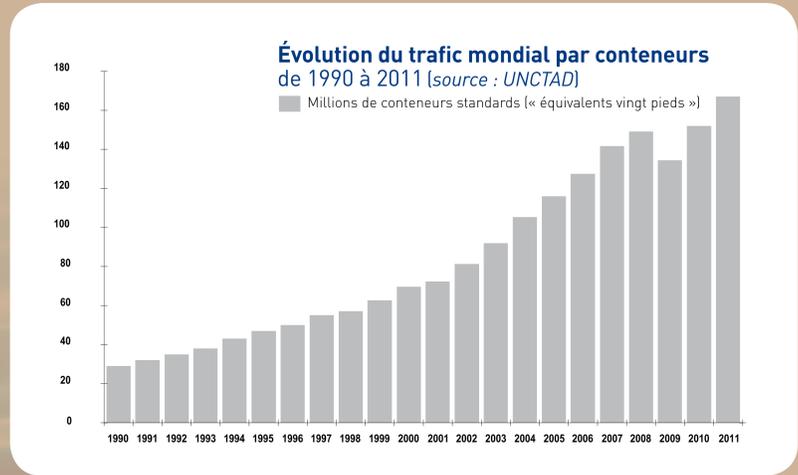
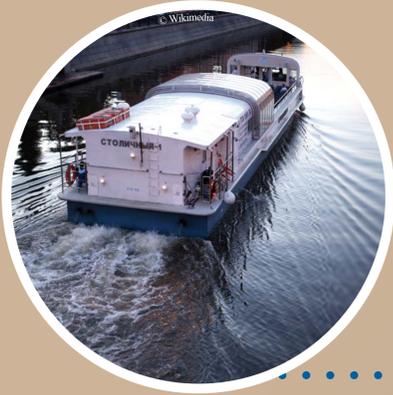


Le trafic maritime mondial

Pour transporter de grandes quantités de marchandises, le **bateau est moins coûteux** et plus sûr que le train ou la route. Une seule péniche peut transporter autant que 120 camions ! Un défaut cependant : elle est bien moins rapide.

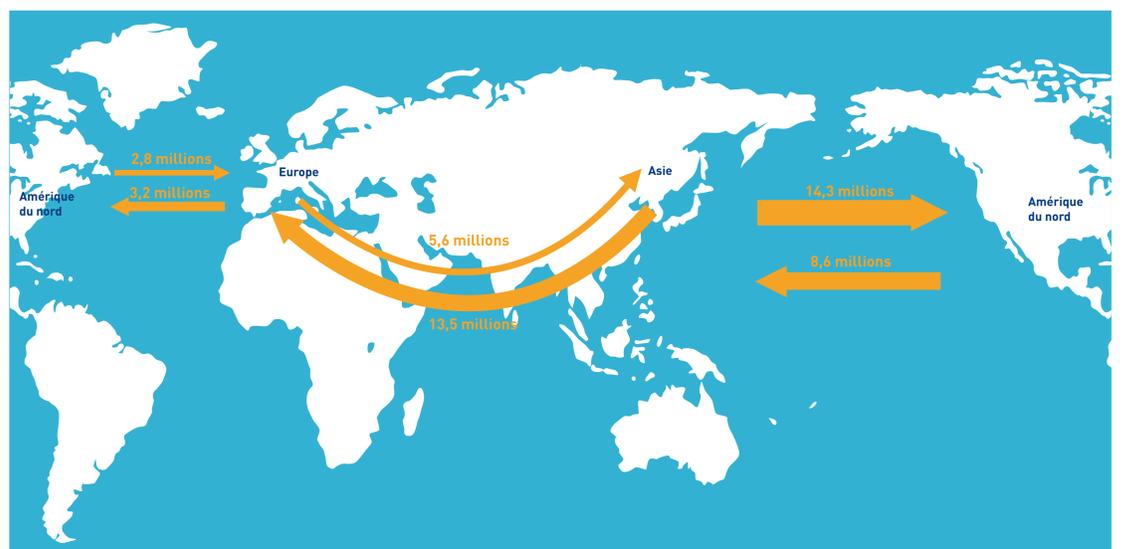
Autrefois, **les péniches** ne transportaient que des marchandises lourdes et non fragiles : matériaux de construction, charbon, pétrole, céréales... Depuis la généralisation des **conteneurs** dans les années soixante-dix, elles prennent en charge toutes sortes de produits, de la nourriture aux appareils électroniques.

En France, les péniches restent souvent à **l'intérieur d'une région**. La moitié du trafic français se concentre sur la Seine entre Le Havre, Rouen et Paris.



Les avantages du bateau sont encore **plus importants** pour le commerce international, où son seul concurrent est l'avion. Avec la mondialisation, le nombre de conteneurs transportés entre l'Asie, l'Amérique et l'Europe explose depuis les années quatre-vingt-dix.

Nombre de conteneurs sur les principales routes maritimes Est-Ouest en 2010 (source : UNCTAD)

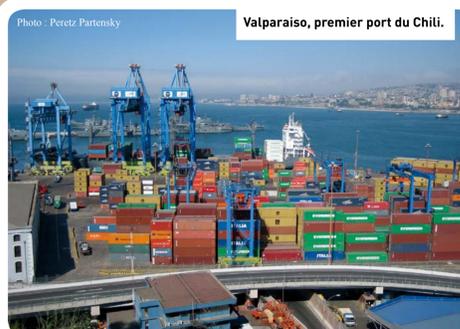


L'importance de l'accès à la mer

Du point de vue économique et militaire, les pays **sans accès à la mer** (44 actuellement dans le monde) sont nettement **désavantagés** par rapport aux grandes puissances maritimes.

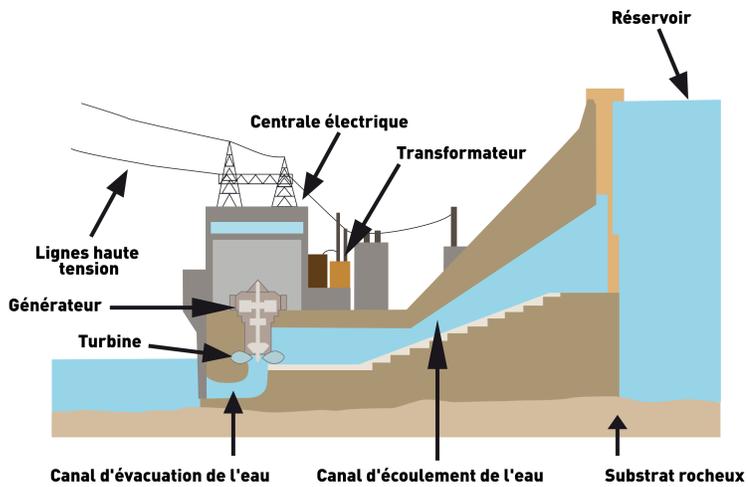
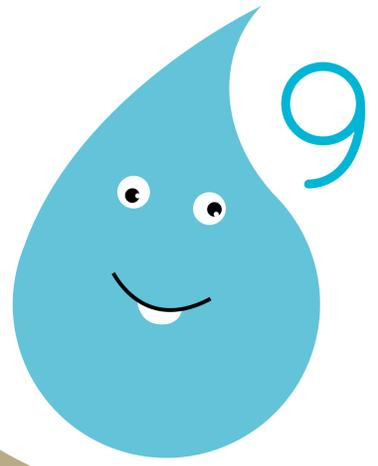
Le saviez-vous ?

Après la Première Guerre mondiale, on accorde à la Pologne un « couloir » qui lui donne accès à la mer Baltique : le corridor de Dantzig, peuplé d'une forte minorité allemande. L'Allemagne le revendique. En 1939, Hitler finit par l'envahir, ce qui déclenche la Seconde Guerre mondiale.



C'est un **sujet sensible** pour la Bolivie. En 2003, le projet de construire un **gazoduc, amenant le gaz bolivien** à un port chilien pour pouvoir l'exporter vers l'Amérique du Nord, a déclenché des soulèvements en Bolivie. Le président s'est vu forcé de démissionner.

Je suis pleine d'énergie



Barrage hydroélectrique

Lorsque l'eau tombe d'une hauteur importante sur les **pales d'une turbine**, elle la fait tourner. Le principe des barrages est de retenir l'eau en amont. Un **électroaimant** accroché à la turbine en aval **produit de l'électricité**. Les hommes ont ainsi construit des barrages le long des grands fleuves pour exploiter cette **énergie hydraulique**.

Voici l'exemple du Nil

Le Nil est **source de vie** pour plus de 200 millions d'Africains, et traverse **11 pays**.

Les autres pays veulent, eux aussi, pouvoir installer des barrages sur le fleuve. L'**Éthiopie**, surnommée le « château d'eau », fournit **85 %** des eaux du fleuve mais ne peut en consommer que 0,3 % par manque de réservoir. En 2013, elle a mis en chantier le **plus gros ouvrage hydraulique** d'Afrique : le **barrage de la Renaissance**, pour pouvoir produire de l'électricité pour sa capitale Addis-Abeba et en exporter. Pour éviter un conflit armé avec l'Égypte, l'Éthiopie a loué les terres autour du barrage à des habitants d'autres pays, comme Israël.

Achevé en 1970, le **haut barrage d'Assouan** est l'un des plus grands du monde. Le **lac Nasser** qui retient l'eau en amont mesure 55 km de long. Ce barrage alimente toute l'Égypte en électricité et permet d'**éviter les crues du Nil** mais il pose aussi des problèmes environnementaux :

- les terres charriées par le fleuve qui fertilisaient les cultures sont retenues, on doit avoir recours aux engrais
- des parasites envahissent les eaux stagnantes
- la rétention de l'eau dans les lacs favorise l'évaporation et la salinisation
- des sites archéologiques ont été inondés.

L'Égypte bénéficie d'un **traité favorable de 1959** qui lui réserve **70 %** de l'eau du Nil et un **droit de veto** sur toutes les constructions en amont.



550 millions d'Africains n'ont pas accès à l'électricité mais l'hydro-électricité est-elle la solution pour l'Afrique ?

Avec le réchauffement climatique, le **débit des fleuves diminue**.

Pour les pays africains qui souffrent de la sécheresse, l'eau est une **denrée rare** qu'il faut préserver. D'autres solutions, comme l'**énergie solaire**, méritent aussi d'être développées.

Ainsi, je suis précieuse, alors prenez soin de moi...