

# PRÉSERVER LA QUALITÉ DE L'EAU

2020-2021

Projet Partenarial  
École des Sciences - Entreprise Aubert et Duval



## TABLE DES MATIÈRES

<b>Préambule</b>	<b>3</b>
Historique du projet	3
Des partenaires	3
Un groupe de pilotage du projet	3
Des écoles engagées dans le projet	3
<b>Classes participantes en 2020-2021</b>	<b>4</b>
<b>Éducation au développement durable : les approches didactiques</b>	<b>5</b>
<b>Organigramme du projet</b>	<b>7</b>
<b>Reconstitution du lit de la Viouze par l'entreprise Aubert et Duval</b>	<b>8</b>
<b>Quelques éléments d'histoire des sciences</b>	<b>10</b>
Historie d'H <sub>2</sub> O	10
Historie du service de l'eau en France	10
<b>L'eau, c'est quoi ?</b>	<b>12</b>
Composition de l'eau	12
Les trois états de l'eau	12
Les propriétés de l'eau	13
<b>La qualité de l'eau</b>	<b>14</b>
<b>L'eau potable</b>	<b>15</b>
<b>Pollutions de l'eau</b>	<b>17</b>
Les différentes formes de pollution de l'eau	17
Les origines des polluants de l'eau	18
<b>Eau et changements climatiques</b>	<b>19</b>
Contribution des cours d'eau aux émissions de CO <sub>2</sub> atmosphériques	20
<b>Proposition de déroulement du travail</b>	<b>22</b>
<b>L'eau dans les programmes de cycle 3</b>	<b>23</b>
Quelques éléments généraux de didactique	25
<b>Démarches pour la classe</b>	<b>26</b>
Les différents états de l'eau	26
Différents états de l'eau et cycle naturel de l'eau	28
Le cycle de l'eau domestique – Le traitement des eaux usées	29
La floculation	32
Fabrication d'une maquette de station d'épuration	33
La qualité de l'eau	35
Filtration sur charbon actif et sur sable	36
Des moyens d'actions – Éducation au développement durable	38
<b>Annexes</b>	
L'eau de la planète	43
Fiche de recherche	44
Bande dessinée	45

---

## PRÉAMBULE

### Historique du projet

La fondation Jean Duval a signé une convention avec l'École des Sciences de Châteauneuf-les-Bains pour financer un projet avec l'aciérie Aubert et Duval des Ancizes au cours de l'année scolaire 2011-2012.

L'entreprise Aubert et Duval aux Ancizes par l'intermédiaire de M Sylvain Dal-Molin (Ingénieur prévention des risques) ainsi que Mme Bernadette Demay (Fondation Jean Duval) sont les interlocuteurs du projet.

Les thématiques de ce projet de partenariat ont toujours été liées à l'Éducation au Développement Durable : air, sols et déchets. Pour l'année 2020/2021, le travail sera axé autour de la préservation de la qualité de l'eau.

### Des partenaires

La Fondation Jean Duval a accordé une subvention de 3000 € ; l'entreprise met à disposition les services de M Dal-Molin et de Mme Triadou et organise une visite de l'usine pour les enseignants participants. Le projet est également accompagné cette année, par la Fondation Aubert et Duval avec une subvention de 1500 €.

L'Inspection Académique du Puy de Dôme permet la formation de 5 enseignants du Bassin d'Emploi des Ancizes au cours de 2 jours 1/2.

Eric Collard, formateur à l'INSPE Auvergne, a collaboré à l'élaboration de ce guide.

Mme Marilyn Bony du SATEA intervient dans la formation des enseignants et fournit les documents d'informations concernant le traitement de l'eau sur le département. M. Guillaume Chabory du syndicat Sioule et Morge apporte son expertise sur la distribution de l'eau potable.

Joan Artigas Alejo du Laboratoire Microorganismes : Génome et Environnement de l'Université Clermont Auvergne permet aux enseignants d'accéder à une science vivante.

Merci à Claudine Martin car de nombreux éléments de ce livret sont inspirés de son travail pendant toutes ces années à l'École des Sciences.

Merci également à Eliane Lannareix (professeur retraitée de SVT, bénévole à l'École des Sciences) pour l'accompagnement scientifique des classes et son travail sur l'indice biotique d'une rivière, indicateur de la qualité de l'eau.

### Un groupe de pilotage du projet

Le groupe de pilotage composé de Noëlle Lacourt (École des Sciences), Eric Collard (INSPE d'Auvergne), Etienne Anquetil (conseiller pédagogique), Catherine Lenne (directrice de la Maison pour la Science en Auvergne) s'est chargé :

- d'élaborer le projet pédagogique à destination des classes engagées dans l'action,
- de constituer les malles de matériel qui accompagnent les documents de travail,
- d'organiser la formation des enseignants,
- d'assurer le suivi du projet.

### Des écoles engagées dans le projet

69 classes des circonscriptions de Riom Combrailles, Riom Limagne et Chamalières et une classe du collège de St Gervais d'Auvergne, toutes situées dans le bassin d'emploi des Ancizes, ont mis en œuvre le projet depuis 9 ans.

Six nouvelles classes sont engagées dans cette dixième année de partenariat.

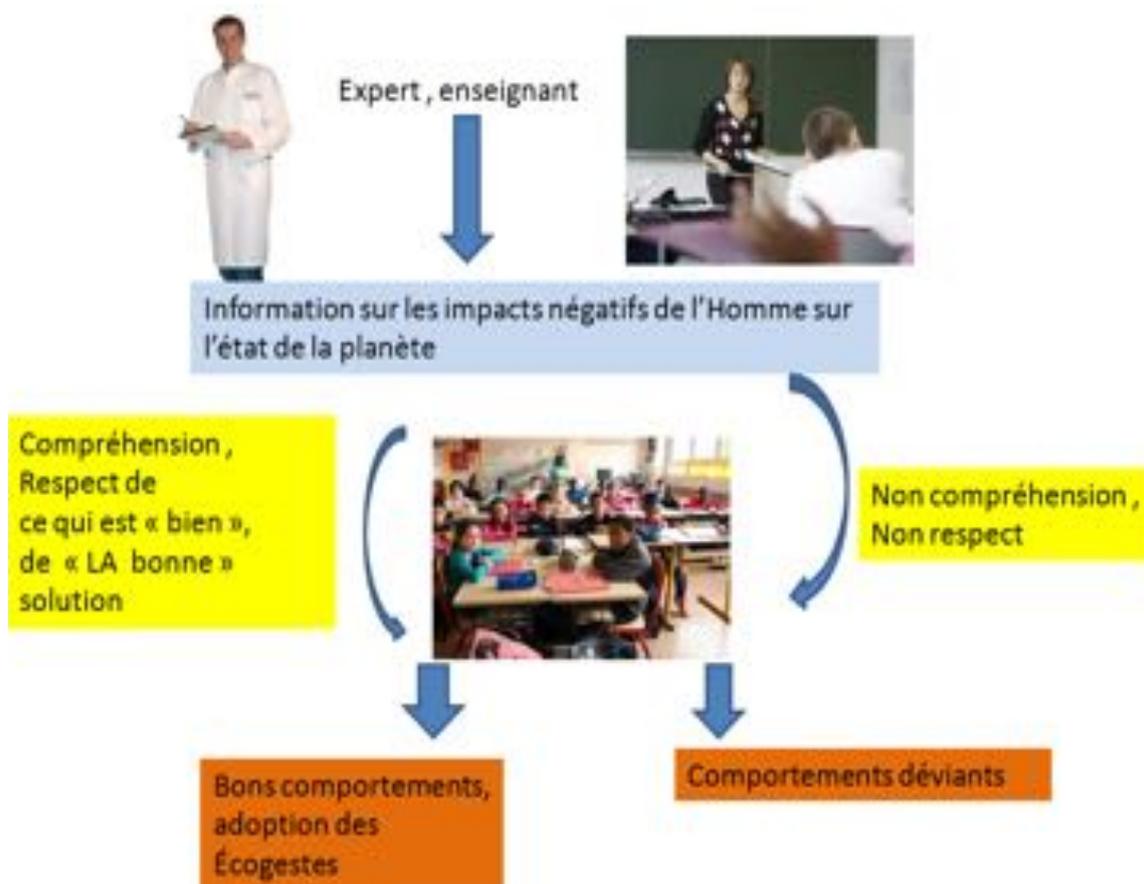
## CLASSES PARTICIPANTES EN 2020-2021

Établissements scolaires	Enseignants	Classes
<b>École primaire de Blot l'Eglise</b> (Riom Combrailles)	Ophélie Amblard-Rodrigues	CE2/CM1
<b>École primaire de Pouzol</b> (Riom Combrailles)	Anaëlle Bouscavert	CM2
<b>École primaire de Saint Angel</b> (Riom Combrailles)	Aurélie Morel	CM1/CM2
<b>École primaire de St Gervais d'Auvergne</b> (Riom Combrailles)	Yannick Blégent	CM1/CM2
<b>École primaire de St Ours les Roches</b> (Riom Combrailles)	Charlène Fournier	CM1
<b>École primaire de St Ours les Roches</b> (Riom Combrailles)	Charlène Fournier Classe de Sonia Thiriet	CM2

## ÉDUCATION AU DÉVELOPPEMENT DURABLE : LES APPROCHES DIDACTIQUES – QUELLE EST LA VÔTRE ?

Il existe plusieurs approches possibles de l'éducation au développement durable.

**La première approche dite comportementaliste**, la plus ancienne au niveau chronologique, considère qu'il est de la responsabilité des professionnels, forts de leur expertise, de transmettre leur savoir à la population qui adoptera alors les bons comportements, les « écogestes ». À condition que la sensibilisation ait été bien faite, le bon élève va comprendre les enjeux et suivre les prescriptions données par l'expert. Sinon il est considéré comme ayant un mauvais comportement, il est en faute. C'est une approche volontariste qui vise à faire adopter tel ou tel comportement décidé par l'expert.



Par rapport à cette approche, plusieurs éléments sont sujets à réflexion.

Tout d'abord, on peut se poser la question de savoir si la connaissance des impacts de nos comportements suffit à elle seule pour induire le changement de comportement ou bien si elle n'est qu'un élément d'un système beaucoup plus complexe, qui prend en compte le milieu socio-culturel, la personnalité de chacun, les facteurs de la société qui facilitent ou freinent le changement, les compétences psycho-sociales telles que définies par l'OMS.

D'autre part, ce qui peut apparaître comme étant un « bonne » solution à un certain moment ou dans un lieu précis peut se révéler beaucoup plus discutable ailleurs ou plus tard. De plus, les moyens utilisés dans cette approche sont plutôt de l'ordre de la contrainte morale, de la peur, de la compréhension, ce qui au final développe peu la responsabilité et la solidarité, et la capacité à savoir choisir.

Enfin, cette approche n'est pas en correspondance avec la circulaire n° 2011-186 du 24-10-2011 sur l'éducation au développement durable à l'école qui mentionne : « La finalité de l'éducation au développement durable est de donner au futur citoyen les moyens de faire des choix en menant des

raisonnements intégrant les questions complexes du développement durable qui lui permettront de prendre des décisions, d'agir de manière lucide et responsable, tant dans sa vie personnelle que dans la sphère publique. »

**L'approche écologique\***, plus récente, s'appuie également sur une information objective, mais prend appui sur le développement de compétences :

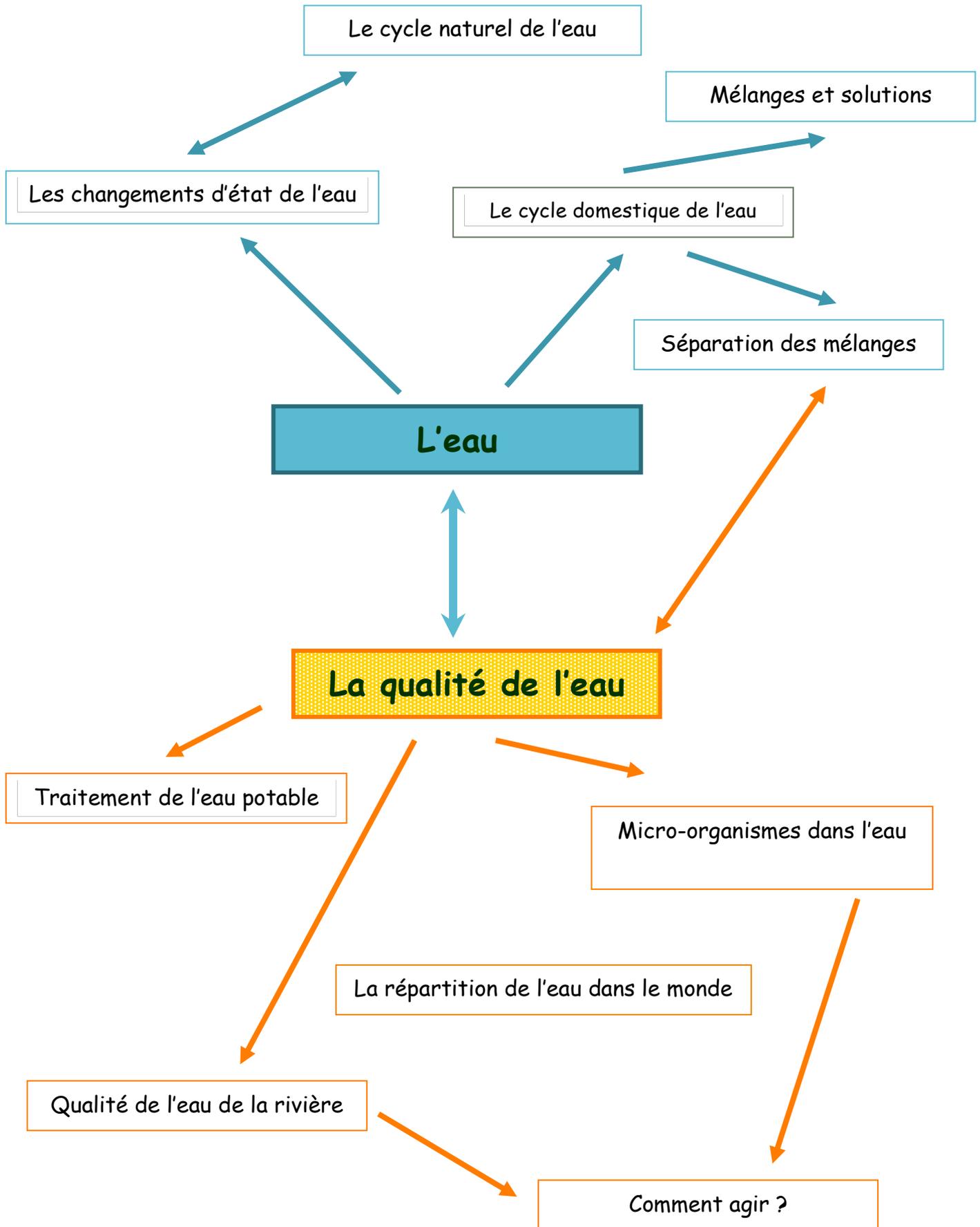
- psycho-sociales : savoir résoudre les problèmes, savoir prendre des décisions, avoir une pensée critique, avoir une pensée créatrice, savoir communiquer efficacement, être habile dans les relations interpersonnelles, avoir conscience de soi, avoir de l'empathie pour les autres, savoir gérer son stress, savoir gérer ses émotions ;
- systémiques : ne pas envisager uniquement l'impact environnemental mais aussi social, et économique, ici et ailleurs, les inconvénients et avantages de tel ou tel comportement et ce qui inciterait ou non à leur suivre ;
- en terme de responsabilité : Dans ce cadre le rôle du PE est d'accompagner les élèves dans leur réflexion sur la notion de bien commun, de solidarité, d'éthique, en recherchant ensemble les solutions les moins mauvaises. Ceci afin que chacun puisse choisir d'adopter tel ou tel comportement en connaissance de cause, par rapport à lui et aux autres. Si possible, cela débouche sur l'action, sur l'engagement personnel autonome à adopter tel ou tel comportement et à aider ceux qui ont fait le même choix à suivre ce même comportement.



\* Le terme **écologique** est emprunté au domaine de la biologie pour signifier que cette approche prend en compte tous les éléments en interactions comme dans le fonctionnement d'un écosystème. Ce terme ne signifie pas que cette approche ne prend en compte que le volet environnemental du développement durable.

Source : Joëlle Perbet – professeur à l'ESPE (2015)

## ORGANIGRAMME DU PROJET



## Comment préserver la qualité de l'eau ? Que fait l'entreprise Aubert et Duval sur le site des Ancizes ?



**Aubert et Duval, métallurgiste situé près de Clermont-Ferrand sur la commune des Ancizes, filiale du groupe minier et métallurgique français ERAMET, présente son organisation environnementale concernant le traitement des eaux avec deux bassins de traitement des rejets.**

Devant nous, les deux bassins d'épuration et de décantation des eaux usées de l'usine et le lit de la Viouze. Ce petit cours d'eau se jette dans la Sioule, elle-même un des principaux affluents de l'Allier.

Pendant très longtemps, la Viouze traversait les deux bassins de l'usine, emportant sur son passage éléments polluants et sédiments. D'importants travaux ont permis de séparer les bassins accueillant les effluents industriels du cours d'eau.

La métallurgie utilise en effet beaucoup d'eau, principalement pour le refroidissement des installations. À sa sortie des ateliers, cette eau peut contenir des huiles. Elle est stockée dans deux bassins de décantation situés derrière l'usine, puis réutilisée dans le circuit interne. Dans les années 90, s'est posée la question de ces rejets dans la nature : comment faire pour minimiser leur impact sur la Viouze ? Il faudra attendre 2004 pour qu'un arrêté préfectoral intégré fixe les règles au niveau environnemental pour ce site industriel où travaillent près de 1 500 personnes.



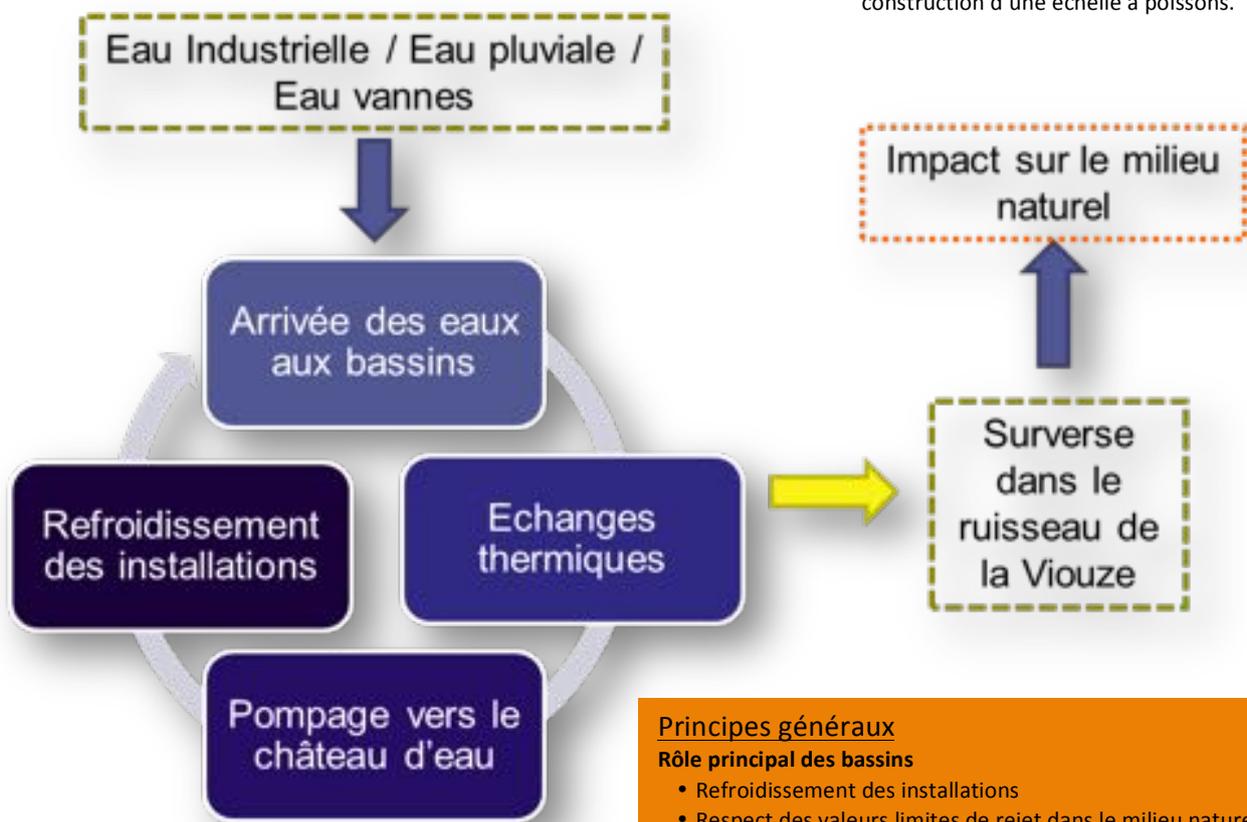
## Épuration et décantation

La problématique étant de séparer l'eau des huiles, les six points de rejets d'eau provenant de l'usine sont rassemblés en un seul. L'eau arrive dans un bac où elle est débarrassée de son huile, captée par un cordon oléophile. Elle transite ensuite dans les deux bassins, le premier (env. 3000m<sup>3</sup>) étant beaucoup plus petit que le second (env. 12000m<sup>3</sup>). C'est dans ces deux bassins que se produit naturellement le reste du traitement des eaux : l'épuration et la décantation.

Pour l'épuration, ce sont les micro-organismes et les végétaux qui font baisser par leur action les taux de polluants. Pour la décantation, ce sont des particules en suspension qui descendent naturellement au fond. Pour aller jusqu'au bout de la démarche, il est nécessaire de retirer les sédiments des deux bassins, fortement chargés en polluants. L'opération a été effectuée pour le plus petit des deux en 2008. Reste à s'occuper du grand. À noter que les sédiments des bassins n'avaient jamais été dragués depuis l'ouverture de l'usine, il y a un siècle... A regarder l'eau des bassins, on n'est vraiment pas tenté de la boire, ni même de la goûter. Attention, l'objectif n'est pas de produire de l'eau potable mais simplement de traiter les eaux de manière à ce que leur qualité soit compatible avec un rejet dans le milieu naturel et pouvoir les réutiliser pour le refroidissement de nos installations : Mission accomplie.



Le dénivelé du terrain a également impliqué la construction d'une échelle à poissons.



## QUELQUES ÉLÉMENTS D'HISTOIRE DES SCIENCES

### Histoire d'H<sub>2</sub>O

L'homme n'a cessé de s'interroger sur la nature de l'eau. Pour Aristote (384-322 av. J.C.), l'eau avec le feu, la terre et l'air, fait partie des quatre éléments de la réalité universelle. A la même époque, Démocrite (460-370 av. J.C.) pense au contraire que la matière a une nature corpusculaire (le mot atome vient du grec atomos = indivisible). La théorie aristotélicienne est admise jusqu'au 17<sup>ème</sup> siècle. Mais, à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle, tout est remis en cause. Le physicien anglais Cavendish réussit à démontrer en 1766 que l'eau était formée d'hydrogène puis Joseph Priestley découvre en 1774 l'oxygène. Le 27 juin 1783 en France, Lavoisier et Laplace réalisent la synthèse de l'eau à partir de 2 volumes d'hydrogène et d'un volume d'oxygène. En 1800, Anthony Carlisle et William Nicholson effectuent la première analyse de l'eau en y plongeant des fils de cuivre reliés à une pile (inventée cette année là par Volta). Ils récupèrent alors 2 volumes d'hydrogène et un volume d'oxygène. La formule chimique de l'eau est donc H<sub>2</sub>O. La recherche sur la structure de l'eau ouvre ainsi la voie à la chimie moderne.

### Histoire du service de l'eau en France



De la **période gallo-romaine**, il reste de très beaux témoignages de la distribution de l'eau dans les villes. Lyon conserve des vestiges des 250 kilomètres d'aqueducs qui au 1<sup>er</sup> siècle av. J.C., acheminaient quotidiennement vers la capitale des Gaules 80 millions de litres d'eau. Le Pont du Gard, un des ouvrages du réseau d'alimentation de Nîmes, atteste de façon spectaculaire la maîtrise technique des Gallo-Romains en matière de distribution d'eau.

Au **Moyen-Âge**, nul château fort, monastère, ferme ou village, ne s'installait loin d'un point d'eau.

Mais l'essor urbain de la seconde partie du Moyen-Âge engendre des difficultés d'approvisionnement nouvelles. Les bourgs attirent une population toujours plus importante, l'alimentation en eau des familles se dégrade tant au plan de la qualité que de la quantité que les principes d'hygiène en viennent à être négligés. En fait, dans les villes, bien avant les particuliers, ce sont les activités artisanales qui commandent l'utilisation de l'eau. Les teintureries et les mégisseries par exemple, s'installent au bord des cours d'eaux, qu'elles souillent, afin d'effectuer toutes les opérations nécessaires à leur pratique. Parallèlement, les sources locales deviennent insuffisantes et les puits sont souvent corrompus par les infiltrations. L'absence de réseau d'égouts ne fait que renforcer ce cercle vicieux.



Abbaye de Royaumont ©  
Jean-Paul Bounine -  
Fotolia.com



En France, **jusqu'au 18<sup>ème</sup> siècle**, l'eau abondante "à domicile" reste le privilège des palais, des couvents, des abbayes et des hôpitaux. Pour la majorité de la population, il y a soit la fontaine publique, soit l'eau directement puisée aux fleuves, aux rivières et aux puits. Ainsi, vers 1750, 2 000 porteurs d'eau à Paris formaient une corporation puissante. L'eau de la Seine fournissait alors à la capitale l'essentiel de sa consommation, une eau peu propre à l'alimentation humaine, cause de nombreuses épidémies.

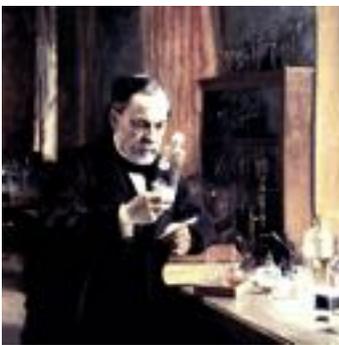
Par El Bibiomata

"Le porteur d'eau à Paris". Les merveilles de l'industrie Louis Figuier 1819 – 1894 - Paris : Furne, Jouvot, [1873-1877]. - Tome III

**Au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle**, la généralisation de la machine à vapeur rend possible la réalisation de réseaux d'adduction sous pression desservant les logements individuels. Sous le second Empire, l'arrivée du Baron Georges Eugène Haussmann (1809-1891) à la préfecture de Paris agit comme un accélérateur. Le préfet Haussmann confie à Eugène Belgrand (1810-1878), ingénieur et géologue, la responsabilité du service des eaux et des égouts de Paris. La capitale se lance alors dans de grands travaux, le système de canalisations (de distribution) connaît un développement extraordinaire, chaque immeuble, chaque maison de la capitale bénéficie de l'eau courante. C'est aussi à lui que l'on doit le réseau de tout à l'égout de la capitale. A sa suite, la plupart des villes réexaminent leur alimentation en eau.

Les systèmes de filtration lente sur sable à grande échelle sont utilisés à Paris, Marseille, Lyon et Toulouse et sont complétés par la décantation et la coagulation, ce qui va permettre d'améliorer sensiblement la qualité de l'eau distribuée. Mais ces seuls traitements physiques n'éliminent pas toutes les bactéries, même si les épidémies reculent.

C'est au début de l'ère industrielle que naquirent les premières sociétés de distribution de l'eau potable : la Compagnie Générale des Eaux (aujourd'hui Veolia Eau) en 1853 et la Lyonnaise des Eaux en 1880. La SAUR a été créée plus récemment en 1933.



© Getty Images - Louis Pasteur

A partir de 1880, l'essor de la microbiologie, sous l'impulsion de Pasteur, Koch (tuberculose) et Eberth (typhoïde), ouvre une nouvelle ère dans l'approche de l'alimentation en eau potable. La corrélation entre eau de mauvaise qualité, contaminée par les microbes et épidémies, est démontrée : "Nous buvons 90% de nos maladies"

Il faut attendre la fin du 19<sup>ème</sup> siècle pour que les filtres éliminent les microbes grâce aux travaux de l'Institut Pasteur. L'histoire du traitement de l'eau potable va dès lors s'accélérer, sous l'effet conjugué de besoins plus importants et, surtout, des progrès de la chimie.

**Au début du 20<sup>ème</sup> siècle**, les traitements chimiques apparaissent. De nombreux produits sont essayés notamment l'ozone et le chlore. L'emploi du chlore se généralise après la première guerre mondiale de 1914/1918. En effet, Philippe Bunau-Varilla découvre, lors de la bataille de Verdun (1916), le procédé de verdunisation (désinfection de l'eau) qui consiste à ajouter à l'eau une faible dose de chlore.

La loi de 1902 sur la santé publique instaurera de nombreuses mesures inspirées par les hygiénistes.

En 1930, seulement 23 % des communes disposent d'un réseau de distribution d'eau potable à domicile.

En 1945, 70% des communes rurales ne sont toujours pas desservies.

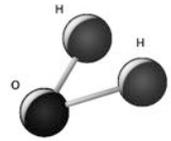
Il faut attendre la fin des années 1980 pour que la quasi-totalité des Français bénéficient de l'eau courante à domicile.

Source : <https://www.cieau.com/espace-enseignants-et-jeunes/les-enfants-et-si-on-en-apprenait-plus-sur-leau-du-robinet/leau-potable-pour-tous-une-conquete-recente/>

## L'EAU, C'EST QUOI ?

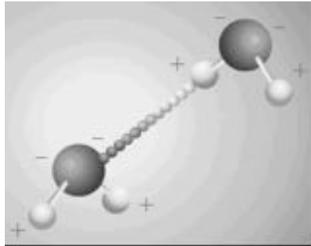
### Composition

La molécule d'eau a une dimension de l'ordre d'un milliardième de mètre, soit un nanomètre ( $10^{-9}$ ). La molécule n'est pas une boule. Elle est constituée d'un atome d'oxygène relié à deux atomes d'hydrogène.



Sa forme, tétraèdre légèrement déformé, est souvent comparée à "la tête de Mickey". L'atome d'oxygène est placé au centre tandis que les atomes d'hydrogène sont placés aux deux autres sommets. Les charges positives sont portées par les sommets d'hydrogène et les charges négatives par les sommets opposés.

Chaque goutte d'eau contient plusieurs milliards de molécules d'eau, reliées les unes aux autres par leurs pôles, chargés électriquement : un pôle chargé négativement (l'atome d'oxygène) et un pôle chargé positivement (les atomes d'hydrogène).



En présence les unes des autres, les molécules vont se comporter comme de petits aimants : leurs pôles électriques positifs et négatifs s'attirent réciproquement et les molécules se rapprochent afin que chaque atome d'hydrogène (positif) de l'une se place près de l'oxygène (négatif) d'une voisine. Les molécules d'eau sont alors liées par ce que l'on appelle une liaison hydrogène, cette liaison étant assurée par les atomes d'hydrogène.

### Les trois états de l'eau

L'eau, sous l'action conjuguée de la chaleur et de la pression atmosphérique, change d'état, passant de celui de vapeur à l'état solide ou liquide.

Dans la nature, l'eau est le seul élément à se trouver sous 3 états : solide, liquide et gazeux.



**L'état solide** : les molécules sont structurées en hexagone ; un cristal de neige a toujours 6 branches.

L'eau est alors plus légère qu'à l'état liquide, car il y a du vide entre les hexagones : c'est pourquoi la glace flotte. L'eau augmente de volume en passant à l'état solide.

**L'état liquide** : la structure hexagonale se défait, les molécules se rapprochent. Les liaisons hydrogène sont plus souples.

**L'état gazeux** : les molécules s'agitent et se distancient. L'eau se transforme en gaz invisible, la vapeur.

#### • Les changements d'états :

Ils peuvent se faire dans tous les sens et sont réversibles.

Vaporisation : liquide → gaz.

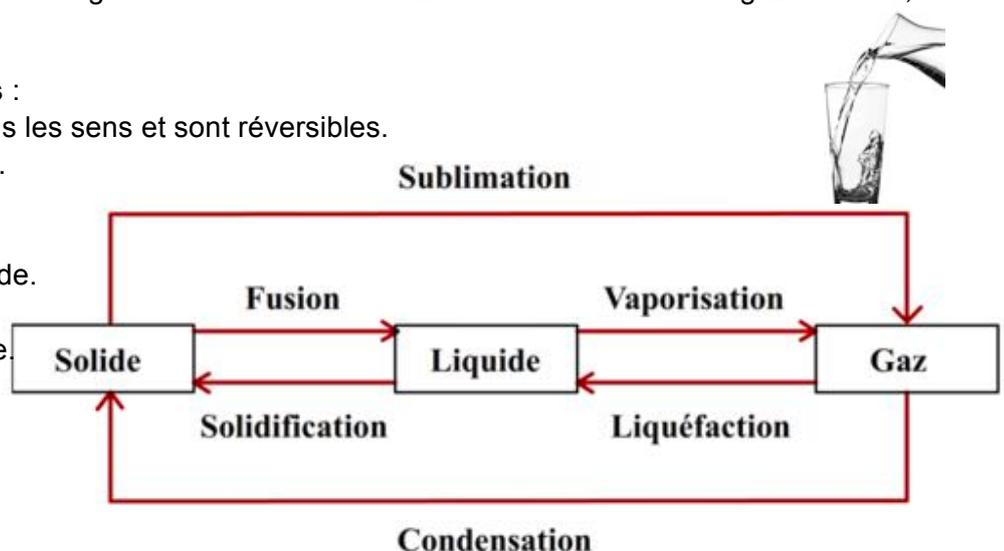
Liquéfaction : gaz → liquide.

Fusion : solide → liquide.

Solidification : liquide → solide.

Sublimation : solide → gaz.

Condensation : gaz → solide.



Dans le langage courant, on parle de condensation lorsque la vapeur d'eau se transforme en eau liquide alors que le terme physique est liquéfaction. La condensation est le passage vapeur / solide comme le givre formé sur une vitre.

Le processus inverse : la sublimation (solide/gaz), n'est pas possible pour l'eau à pression atmosphérique. Il est utilisé lors de la lyophilisation qui consiste à ôter l'eau d'un aliment, à l'aide de la surgélation puis d'une évaporation sous vide de la glace sans la faire fondre.

On utilise également dans le langage courant le terme évaporation plutôt que vaporisation. En fait, l'évaporation est un phénomène qui a lieu à la surface du liquide, les molécules d'eau les plus rapides arrivent à s'échapper du liquide et se retrouvent sous forme de vapeur dans l'air. C'est le principe de la flaque d'eau qui disparaît ou du linge étendu qui sèche. Il n'y a donc pas forcément ébullition pour qu'il y est évaporation.

#### • Donc, selon la température, dans quel état se trouve l'eau ?

*A une température supérieure à 100 °C (Celsius)*

Dans des conditions normales de pression atmosphérique, l'eau bout et se transforme en vapeur à la température de 100 °C. On dit que l'eau est à l'état gazeux. Mais au sommet de l'Everest, à 8 846 m d'altitude, où la pression atmosphérique est bien plus faible, l'eau bout déjà à 72 °C. Dans les profondeurs des abysses, en raison des pressions colossales qui y règnent, une eau à 300 °C ne bout pas. Une expérience est décrite dans la partie « Démarches pour la classe » pour vérifier ce phénomène.

*De 0 °C à 100 °C*

Dans des conditions normales de pression atmosphérique, l'eau est liquide entre 0 °C et 100 °C. Mais on la trouve aussi sous forme de vapeur comme cela est expliqué ci-dessus.

*A une température inférieure à 0 °C*

Dans des conditions normales de pression atmosphérique, l'eau se transforme en glace à la température de 0 °C. On dit alors que l'eau est à l'état solide. Il existe différents types de glaces, allant de la neige souple et molle à la glace ferme et stable des icebergs.

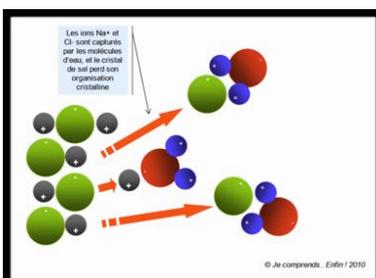
## Les propriétés de l'eau

L'eau possède des propriétés chimiques et physiques exceptionnelles. Celle qu'on utilisera le plus dans ce projet est **le pouvoir solvant** de l'eau.

Ajoutez du sel à de l'eau et agitez. Très rapidement, l'eau redevient claire et le sel n'est plus visible : on dit que le sel s'est dissous dans l'eau. De même, le sucre se dissout très bien dans l'eau. L'eau est en effet un très bon solvant pour de nombreuses substances.

Ce phénomène de dissolution résulte du caractère également polaire des molécules d'eau qui, du fait des charges positives et négatives dont elles sont porteuses, sont attirées par les charges de signes contraires des ions ou des molécules polaires qui leur sont proches. Elles forment alors un écran autour de ces ions ou de ces molécules polaires, les séparant de leurs congénères et favorisant ainsi leur dispersion au sein du liquide. Aux molécules polaires, elles se lient même par liaisons hydrogène.

Outre de nous permettre de saler ou de sucrer avec délices nos aliments, cette propriété fait de l'eau, pour le meilleur et pour le pire, le véhicule privilégié de substances variées. Ainsi nombre de substances vitales sont-elles acheminées par l'eau à travers le corps humain ou les plantes. Dans la nature, lorsqu'elle dévale les pentes, l'eau dégrade les roches et se charge en sels minéraux solubles. Enfin, au gré de son périple, elle lessive les sols, drainant toutes les substances toxiques solubles qu'elle rencontre, comme les nitrates issus des engrais, devenant ainsi un véritable **vecteur de pollution**.



Sources : <https://www.cieau.com/connaître-leau/leau-cest-quoi/>  
<https://www.cieau.com/connaître-leau/les-proprietes-de-leau/>  
<http://sagascience.cnrs.fr/doseau/decouv/proprie/MenuProprie.html>

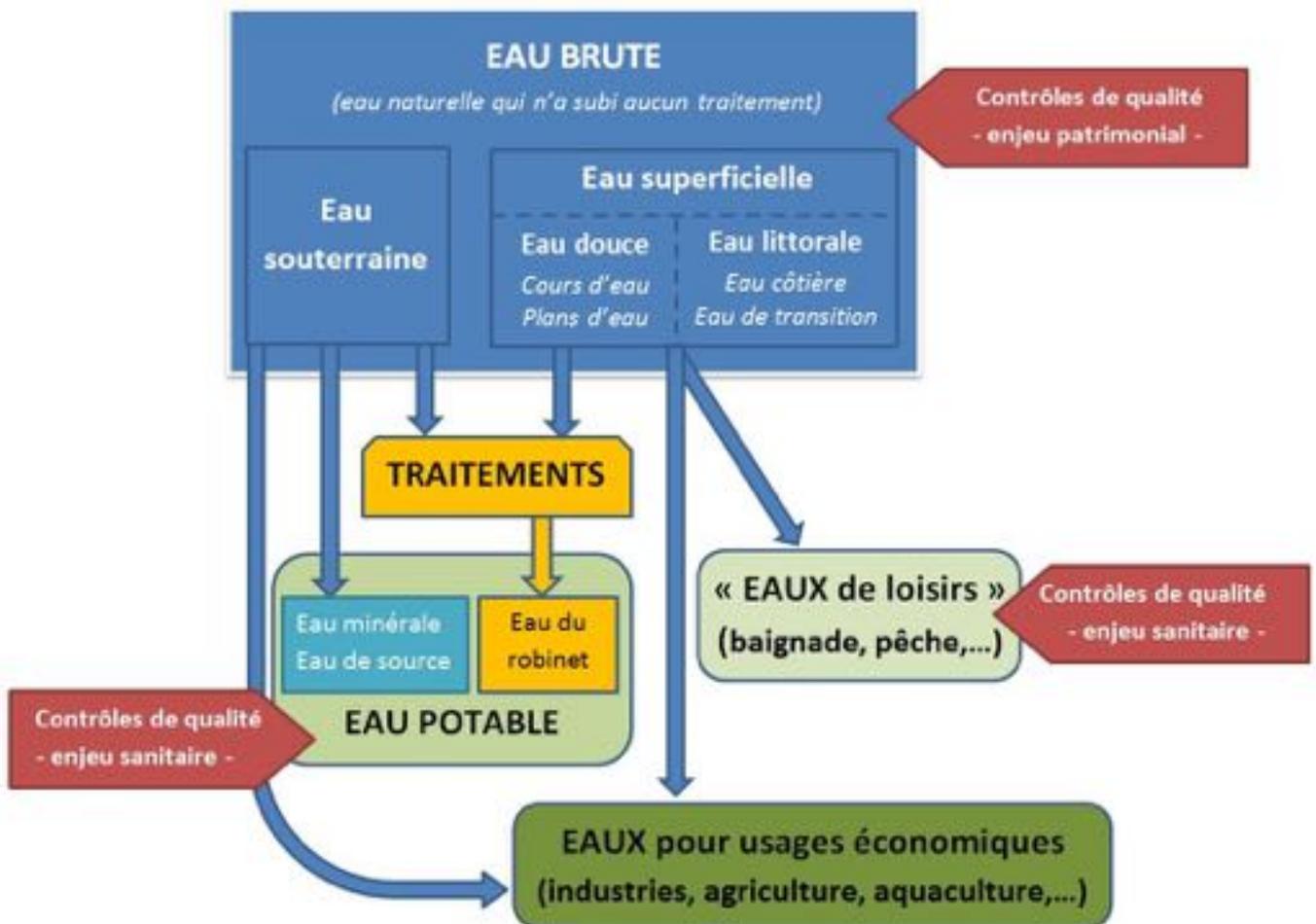
Graines de sciences 7 - La main à la pâte - Editions Le Pommier

## LA QUALITÉ DE L'EAU

Lorsque l'on parle de qualité de l'eau, il faut se questionner sur quel est l'usage que l'on veut en faire. Les critères de qualité ne vont pas être les mêmes pour l'eau du robinet, que ceux pour l'eau de la rivière ou du plan d'eau de baignade.

La qualité de l'eau est déterminée pour l'eau brute dans le milieu naturel, et pour les eaux destinées à certains usages, à partir de relevés de concentrations en différentes substances physico-chimiques ou en éléments biologiques qui la composent, au regard de concentrations de référence (réglementation et normes en vigueur), établies en fonction des usages de destination (eau potable, baignade, enjeu environnemental,...).

De nombreux contrôles de qualité interviennent ainsi sur chaque « type d'eau », à différentes étapes du cycle de l'eau, selon des réglementations et méthodologies propres, appliquées en fonction des enjeux sanitaires et/ou environnementaux. La réglementation, les normes, les traitements ou les actions mises en œuvre varient ainsi selon les usages et les enjeux associés. La qualité des eaux brutes dans le milieu naturel demeure déterminante, elle constitue le premier maillon conditionnant la vie des milieux aquatiques et la qualité de l'eau vis-à-vis des différents usages.



Le principe général d'évaluation consiste à comparer les résultats des mesures effectuées, avec des valeurs seuil (ou normes) définies pour différents paramètres (ou groupe de paramètres) par la réglementation en vigueur. La qualité des eaux s'apprécie ainsi selon des critères d'évaluation spécifiques aux enjeux associés, et porte d'une manière générale, sur la composition physico-chimique, bactériologique, ou biologique des eaux.

Source : <http://www.eau-poitou-charentes.org/Determiner-la-qualite-de-l-eau.html>

## L'EAU POTABLE

Une eau est dite potable quand elle satisfait à un certain nombre de critères la rendant propre à la consommation humaine.

Le concept de « potabilité » dépend du contexte historique, scientifique et culturel local. La définition de ce concept détermine l'accès à une eau de qualité, essentiel à un développement durable, garantissant un développement économique et humain.

Une politique européenne. L'Organisation Mondiale de la Santé a publié des recommandations sur la qualité des eaux d'alimentation. Des dispositions européennes ([directive n°80-778 du 15 juillet 1980](#)) s'imposent, en outre, à tous les États membres de l'Union Européenne : normes de qualité, obligations de contrôle. Ces recommandations et directives sont prises en compte dans la réglementation française élaborée dans ce domaine. D'une manière générale, la réglementation française est plus stricte que la réglementation européenne.

### Surveillance de la qualité de l'eau

**L'article L.1321-1 du Code de la santé publique prévoit que «quiconque offre au public de l'eau en vue de l'alimentation humaine (...) sous quelque forme que ce soit (...) est tenu de s'assurer que cette eau est propre à la consommation». Pour cela, elle doit répondre à de nombreux critères qui font l'objet d'un contrôle permanent.**

***La qualité de l'eau est soumise à un double contrôle : un contrôle officiel relevant des pouvoirs publics et une surveillance permanente des services des eaux.***

Les normes portent sur :

- ➔ **la qualité microbiologique** : l'eau ne doit contenir ni parasite, ni virus, ni pathogène.
- ➔ **la qualité chimique** : les substances chimiques autres que les sels minéraux font l'objet de normes très sévères. Ces substances sont dites indésirables ou toxiques (ex : plomb, arsenic, nitrates, pesticides...). Elles sont recherchées à l'état de trace (millionième de gramme par litre). Ces normes sont établies sur la base d'une consommation journalière normale, pendant toute la vie.
- ➔ **la qualité physique et gustative** : l'eau doit être limpide, claire, aérée et ne doit présenter ni saveur, ni odeur désagréable. Cependant une eau qui ne satisfait pas pleinement à ces critères ne présente pas forcément de risque pour la santé.

Sources : [http://www.ineris.fr/aida/consultation\\_document/1101](http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/1101)

Code de la santé publique : Article R1321-2

« Ce n'est pas le manque d'eau qui tue, c'est l'eau sale »

**L'Assemblée générale de l'ONU a reconnu mercredi 28 juillet 2010 l'accès à une eau de qualité et à des installations sanitaires comme un droit humain.**

La résolution de l'ONU de 2010 pointe le fait que 884 millions de personnes dans le monde n'ont pas accès à une eau potable de qualité et que plus de 2,6 milliards ne disposent pas d'installations sanitaires de base. Elle souligne qu'environ deux millions de personnes, pour la plupart des jeunes enfants, meurent chaque année des suites de maladies causées par une eau impropre à la consommation et l'absence de sanitaires.

La résolution rappelle aussi la promesse, faite par les dirigeants mondiaux en 2000 dans le cadre des Objectifs du millénaire pour le développement, de réduire de moitié d'ici à 2015 la proportion de personnes n'ayant pas accès à l'eau potable et à des installations sanitaires.

Extrait d'un article du Monde de juillet 2010.

"Ce n'est pas le manque d'eau qui tue, c'est l'eau sale. C'est le fait qu'on n'ait pas organisé l'entretien des puits et l'assainissement autour des communautés locales", a-t-elle ajouté. Le "nerf de la guerre, c'est de travailler la gouvernance, plus que l'argent".

Aussi, selon elle, "la reconnaissance de ce droit permet de sortir de cet argument systématique qui fait qu'on disait : "on n'a pas les moyens, circulez, il n'y a rien à voir".

Le texte presse les États et les organisations internationales de fournir une aide financière et technologique aux pays en développement pour "augmenter les efforts afin de fournir à tous une eau de qualité, propre et abordable ainsi que des installations sanitaires".

Pour Mme Jouanno, "le combat suivant, c'est, au sein des Objectifs du millénaire pour le développement (OMD), de replacer le droit de l'accès à l'eau et à l'assainissement en tête des objectifs". "Actuellement, c'est un sous-objectif", a-t-elle regretté.

L'eau au Brésil : Les paradoxes de l'abondance

A l'heure où l'eau potable est de plus en plus considérée comme une ressource rare de valeur stratégique, le Brésil possède, avec environ 12% des réserves de la planète, un avantage considérable. Pourtant, s'en tenir à ce seul constat serait méconnaître les difficultés rencontrées par ce pays dans le domaine de la gestion de l'eau. En effet, inégalement répartie sur le territoire, la ressource hydrique est l'objet de convoitise et se trouve en outre menacée par l'action de l'homme qui, s'inscrivant dans un cercle vicieux, devient lui-même victime de sa négligence. Conscient des enjeux pour sa population et son économie, le Brésil accentue ses efforts pour améliorer cette situation en usant de différents leviers, tels que des projets d'infrastructures, une réglementation plus pragmatique et une approche renouvelée de la gestion de la ressource.

<http://www.diploweb.com/forum/eaubresil08037.htm>

Extrait d'un article du Monde du 20 mars 2019.

**PLUS DE 800 MILLIONS D'HUMAINS PRIVÉS D'EAU POTABLE**

*Les Nations unies dressent un tableau alarmant de l'accès à l'eau potable dans son rapport 2019. En 2015, six humains sur dix ne disposaient pas de toilettes ou équivalent.*

Toujours plus d'humains (7,7 milliards), qui consomment toujours plus d'eau – la demande augmente en moyenne de 1 % chaque année depuis la décennie 1980 –, mais qui n'ont pas encore réussi à la partager. Tel pourrait être le résumé du rapport 2019 des Nations unies (ONU), présenté à l'occasion de la Journée mondiale sur l'eau, le 22 mars, et publié par l'Unesco mardi 19 mars.

Ce travail nourri de statistiques puisées auprès d'une dizaine d'agences onusiennes et de diverses organisations s'intitule « Ne laisser personne pour compte ».

Il y a urgence à cela, car le stress hydrique s'accroît : la pollution est généralisée en surface et dans les nappes souterraines, dont certaines ne se rechargent plus, aggravant le sort d'une large partie de l'humanité. Mais cette injonction tient du vœu pieux si l'on se fie aux données collectées par les rapporteurs.

Certes, des progrès ont été réalisés : plus d'un milliard supplémentaire de personnes dans le monde ont obtenu l'accès à un point d'eau raccordé à une canalisation entre 2000 et 2015. Mais 844 millions sont encore privés de tout service élémentaire d'eau potable. Ils ne disposent pas de la moindre « source améliorée » – c'est-à-dire, selon la définition officielle, d'un point de prélèvement protégé des animaux, situé à trente minutes au maximum de chez eux, aller-retour et attente compris.

**Sources** : Cours de UE12 : Eau : Enjeux et valeurs, inégalités et conflits d'usage - Eric Collard  
Eau et santé en milieu scolaire – fiches ressources – Chantal Savanovitch

## POLLUTIONS DE L'EAU

Une eau est dite polluée lorsque ses qualités sont dégradées, perturbant la vie aquatique et rendant son utilisation dangereuse pour l'homme et les animaux.

**Cette dégradation résulte de la présence de "polluants" en quantité suffisante pour qu'ils puissent être nocifs.**

### Les différentes formes de pollution de l'eau

Ces polluants sont :

- soit des substances qui perturbent l'équilibre biologique de l'environnement,
- soit des substances toxiques pour les êtres vivants.

Mais même des substances utiles à l'équilibre biologique d'un milieu peuvent devenir polluantes si elles sont présentes en excès.

On distingue différents types de polluants :

- les **polluants organiques** : Ils proviennent des déchets domestiques (ordures ménagères, excréments), agricoles (lisiers) ou industriels (papeterie, tanneries, abattoirs, laiteries, huileries, sucreries...), lorsque ceux-ci sont rejetés sans traitement préalable. Une ville de 100 000 habitants par exemple déverse environ 18 tonnes de matière organique par jour dans ses égouts.



Ces polluants sont biodégradables, c'est-à-dire qu'ils s'éliminent progressivement dans l'eau de façon naturelle, par réaction chimique ou par l'action des micro-organismes présents naturellement dans l'eau. Présents en quantité trop importante, les polluants organiques ne peuvent être entièrement biodégradés. Ils peuvent nuire à la qualité des cours d'eau.

- les **polluants chimiques** : (fertilisants, pesticides, métaux, détergents...)

On relèvera plus particulièrement le cas des fertilisants (azote et phosphore essentiellement). Présents en excès dans le milieu aquatique, ils provoquent un développement anormal de certaines catégories de végétaux (algues, plantes aquatiques), dont la décomposition, en fin de vie, consomme de grandes quantités d'oxygène, conduisant au phénomène d'eutrophisation au détriment des organismes aérobies, en particulier les poissons.

- les **contaminants microbiologiques** : des "microbes pathogènes" venant des déchets organiques peuvent provoquer des maladies, tant pour la faune et la flore que pour l'homme.
- les **polluants physiques** : Ce sont les pollutions radioactives (liés aux accidents potentiels) et thermiques.

Ces dernières liées à l'utilisation de l'eau comme liquide de refroidissement par les industriels, apparaissent souvent mineur mais augmentent avec les besoins de l'industrie. Elles réchauffent les eaux dans lesquelles elles sont déversées, ce qui peut perturber la vie aquatique, animale ou végétale, notamment en modifiant les rythmes physiologiques des espèces (reproduction, survie hivernale, etc).

Tous ces polluants nuisent aux usages de l'eau par l'homme (baignade, loisirs nautiques, pêche, eau potable, irrigation, élevage de poissons ou de coquillages, industries...), et à la régénération des écosystèmes naturels.

Source : <http://sagascience.cnrs.fr/doseau/decouv/degradation/menuDegrada.html>

## Les origines des polluants de l'eau

L'origine de la pollution de l'eau peut être naturelle (éruptions volcaniques, émissions des végétaux, zones humides...) ou anthropique, c'est à dire liée à l'activité humaine.

On distingue trois catégories de pollutions liées à l'activité humaine :

- **La pollution domestique** : Elle provient des utilisations quotidiennes de l'eau à la maison : eaux des toilettes, eaux savonneuses rejetées avec les lessives, les bains ou la vaisselle, les produits versés dans les éviers...



A cela, il faut ajouter les eaux usées rejetées (effluents) par les installations collectives, telles que les hôpitaux, les écoles, les commerces, les hôtels et restaurants, etc...

- **La pollution agricole** : Les engrais et pesticides mal utilisés polluent les eaux souterraines (en s'infiltrant dans le sol avec l'eau de pluie et d'arrosage) et de surface (en ruisselant). L'emploi excessif d'engrais a fait sensiblement augmenter la quantité de nitrate dans les rivières et nappes phréatiques peu profondes.

Le nitrate est pourtant un élément naturel bénéfique contenant l'élément azote indispensable à la croissance des végétaux. Il est épandu sous forme organique (déjection animale : fumier, lisier) ou minérale (chimique). Un emploi excessif de nitrates déséquilibre ce processus : après l'épandage d'engrais azotés, l'eau de pluie, en s'infiltrant, entraîne dans sa course l'engrais que les plantes et les sols n'ont pu absorber. Cette charge azotée s'infiltré alors jusqu'aux réserves d'eau douce qu'elle pollue.

Il faut toutefois savoir qu'une concentration inférieure ou égale à 50 milligrammes de nitrate par litre d'eau est sans danger. Les sociétés de distribution d'eau veillent scrupuleusement à ne pas dépasser cette norme.

- **La pollution industrielle** : Les rejets industriels sont caractérisés par leur très grande diversité, suivant l'utilisation qui est faite de l'eau au cours du processus industriel.

Selon l'activité industrielle, on va donc retrouver des pollutions aussi diverses que :

- des matières organiques et des graisses (abattoirs, industries agro-alimentaires...)
- des hydrocarbures (industries pétrolières, transports)
- des métaux (traitements de surface, métallurgie)
- des acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...)
- des eaux chaudes (circuits de refroidissement des centrales thermiques)
- des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs)

Progressivement, des solutions sont mises en oeuvre afin de maîtriser le risque de pollution en zone de captation d'eau.

Source : <http://sagascience.cnrs.fr/doseau/decouv/degradation/menuDegrada.html>

## EAU ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES

L'interaction entre le réchauffement climatique et le cycle de l'eau est difficile à mesurer en raison de l'impact de l'activité humaine et de l'inertie des masses d'eau (océan et nappes souterraines) qui inscrit les effets du réchauffement dans le long terme. Cependant, certains effets sont déjà observés dans les différentes régions du globe et les climatologues en prévoient d'autres avec un degré de certitude acceptable.

### La sécheresse

De nombreuses régions du globe, connaissent des sécheresses en durée et sur des territoires de plus en plus vastes. 38% de la population mondiale sera exposée au stress hydrique en 2025 contre 9% en 2008.

L'une des conséquences de la sécheresse est d'épuiser les ressources d'eau profondes.

### L'augmentation des précipitations

A l'inverse, les régions situées dans l'hémisphère nord voient leurs précipitations augmenter.

Ces précipitations accrues mettent à mal les installations de traitement de l'eau (stations d'épuration) qui répandent les matières fécales et conduisent à une augmentation des maladies véhiculées par l'eau.

Le ruissellement provoqué par ces précipitations accrues rend les polluants plus mobiles : ces derniers arrivent désormais jusqu'aux aquifères souterrains.

### Fonte des glaciers : disparition de l'effet tampon

Le réchauffement climatique a pour conséquence la fonte des glaciers. Ces derniers jouent un rôle de tampon en captant de l'eau douce qui est ensuite restituée graduellement aux écosystèmes pendant la période sèche. 1/6<sup>ème</sup> de la population mondiale dépend de l'eau douce apportée par les glaciers à la saison sèche.

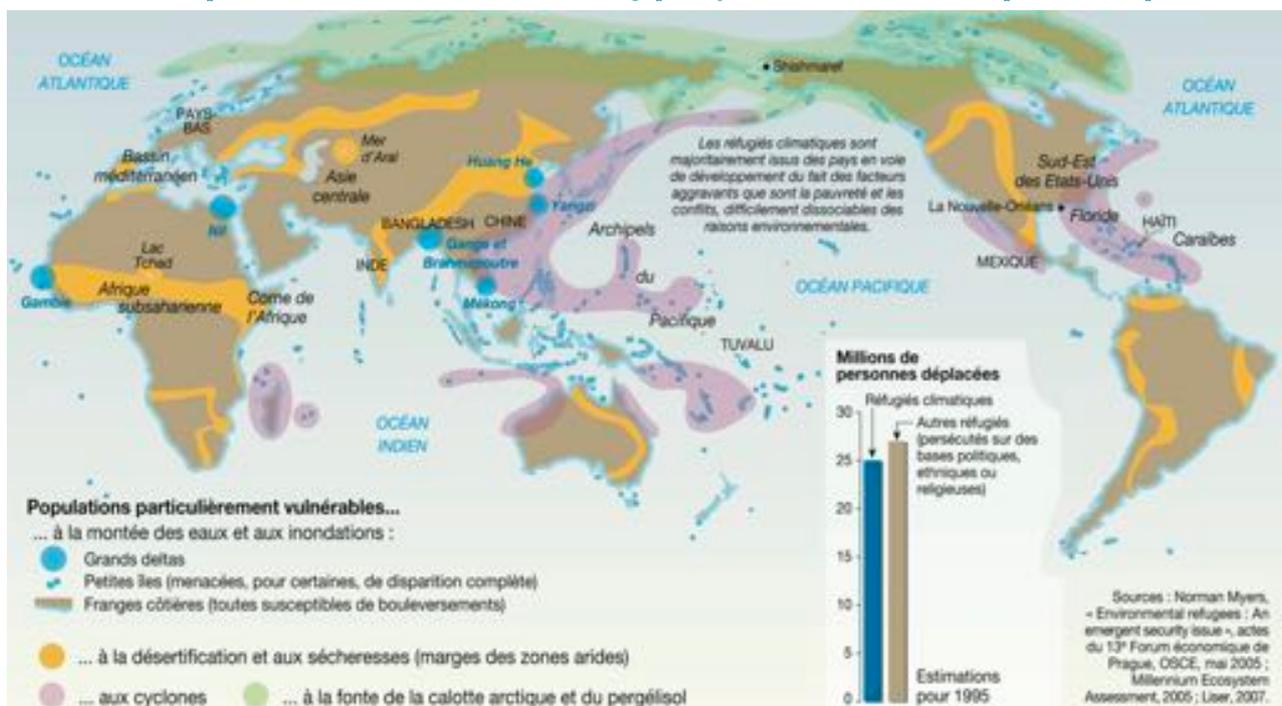
### La chimie et la biologie de l'eau modifiées par le réchauffement

Les lacs et rivières voient la température moyenne des eaux de surface et profondes augmenter. Ceci modifie l'équilibre chimique et biologique de l'eau : sa qualité diminue et impacte la quantité d'eau disponible pour la consommation humaine ainsi que les écosystèmes liés.

### Conséquences sur la production d'eau potable et sur l'assainissement

- développement de germes et de bactéries favorisé par l'augmentation de la température des eaux ;
- capacité des réseaux d'assainissement dépassée par les épisodes de fortes précipitations ;
- quantité d'eau potable disponible pour l'usage domestique insuffisante à cause de la baisse du niveau d'eau dans les nappes souterraines et les rivières ;
- cours d'eau plus vulnérables aux pollutions : le volume d'eau dépollué rejeté dans les rivières correspond à leurs capacités de dilution actuelles, des variations importantes de débit pourraient rompre cet équilibre.

Source : <http://www.cieau.com/eau-transition-ecologique/enjeux/rechauffement-climatique-les-consequences-sur-leau/>

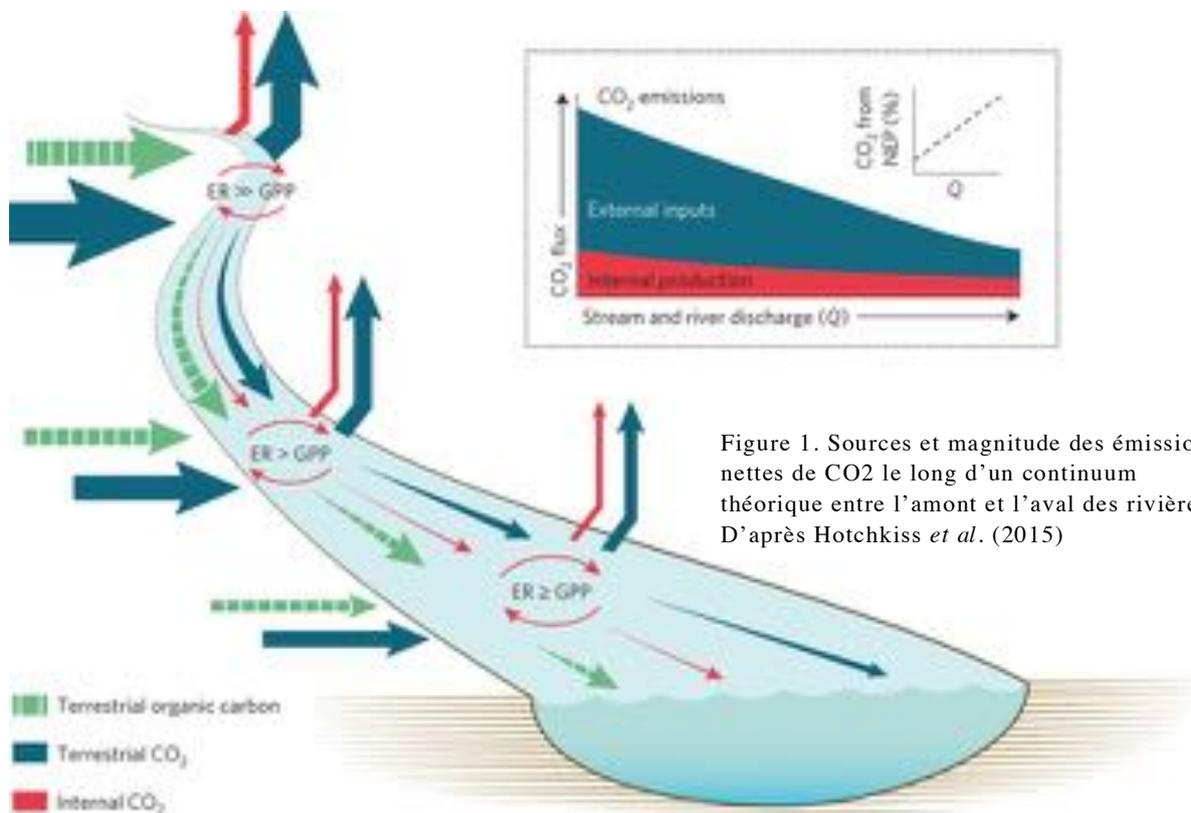


## Contribution des cours d'eau aux émissions de CO<sub>2</sub> atmosphériques

Les émissions de dioxyde de carbone provenant des rivières ont été largement négligées, car historiquement, les cours d'eau étaient aperçus comme "des égouts" transportant l'eau des continents jusqu'au milieu marin.

Aujourd'hui, nous savons que les émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et de méthane (CH<sub>4</sub>) par ces écosystèmes représentent un flux non-négligeable dans le cycle global du carbone à l'échelle planétaire. Des études récentes ont estimé les flux globaux de CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub> des ruisseaux et des rivières en 1.8 Pg C-CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup> et de 26.8 Tg C-CH<sub>4</sub> an<sup>-1</sup> (De Fátima *et al.* 2008, Hotchkiss *et al.* 2015) contre 0.5 à 0.6 Pg C-CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup> estimées pour les lacs (Raymond *et al.* 2013).

L'étude de Hotchkiss *et al.* (2015) a estimé les émissions de CO<sub>2</sub> de 187 cours d'eau dans les US. Leurs résultats montrent que la variation de ces émissions dépend essentiellement de la taille du cours d'eau. Ainsi, les cours d'eau de petite taille (ex. têtes de bassin versant) auraient des émissions plus importantes que ceux de plus grande taille (Figure 1). Ceci s'expliquerait par le fait que les cours d'eau de petite taille auraient des apports en carbone organique d'origine terrestre (ex. litière de feuilles, branchages, fragments d'écorce, fruits) supérieurs que les cours d'eau de grande taille où le carbone organique est essentiellement produit dans l'écosystème via les producteurs primaires (ex. algues et macrophytes). Raymond *et al.* (2013) estime que 70% du flux du carbone des eaux continentales est concentré sur les cours d'eau de petite taille.



Dans les cours d'eau, on distingue deux facteurs majeurs impliqués dans la décomposition de la matière organique et donc le relargage de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère : les facteurs physico-chimiques et les facteurs biologiques. Parmi ces derniers, les champignons et les invertébrés déchetiers jouent un rôle primordial. Les champignons aquatiques, et notamment le groupe des hyphomycètes (Figure 2A), possèdent un panel d'enzymes extracellulaires permettant la dégradation de la cellulose et la lignine contenue dans la feuille ou le bois. Outre leur contribution directe dans la décomposition, les champignons auraient aussi un rôle primordial dans le conditionnement des feuilles pour les invertébrés (Gessner *et al.*, 1999 ; Figure 2B). En effet, les feuilles richement colonisées par les champignons auraient une valeur nutritionnelle plus importante et seraient donc plus appétentes pour les invertébrés déchetiers.

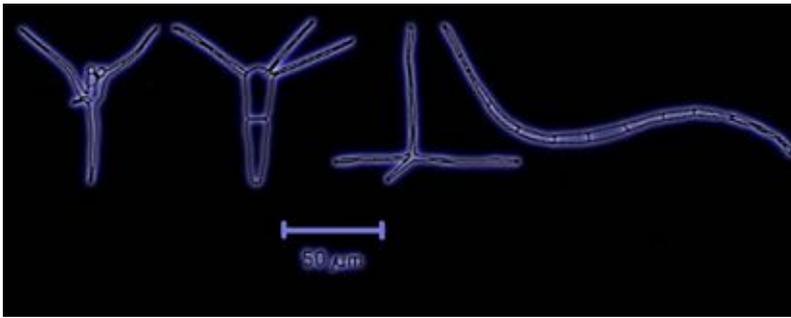


Figure 2A. Spores d'hyphomycetes aquatiques. De gauche à droite, les espèces *Tetracadium marchalianum*, *Clavariopsis aquatica*, *Lemmoniera aquatica* et *Anguillospora longissima*.)



Figure 2B. Macro-invertébrée déchiqueteur *Gammarus pulex*

Avec le changement climatique mondial, il y a un besoin urgent de comprendre comment le réchauffement climatique pourrait affecter les émissions de CO<sub>2</sub> issues des cours d'eau. Une étude a évalué la relation existante entre température de l'eau et activité biologique en terme de décomposition de litières de feuilles (Boyero *et al.* 2011). Cette étude a été menée sur plusieurs cours d'eau appartenant à six continents différents et couvrant des régimes thermiques différents (boréal, tempéré, méditerranéen, tropical) de moins à plus chaud. De façon surprenante, les taux de décomposition (et donc les émissions de CO<sub>2</sub>) devraient rester inchangés malgré la hausse des températures.

Néanmoins, le processus serait profondément modifié du point de vue biologique. Le réchauffement climatique entraînerait une augmentation de la décomposition par les champignons et une diminution de la décomposition par les invertébrés déchiqueteurs. D'autres études se sont intéressées aussi aux émissions de CO<sub>2</sub> issues des sédiments des fleuves Tern et Lambourn (situées en Angleterre) à 5, 9, 15, 21 and 26 °C (Comer-Warner *et al.* 2018). Les émissions de CO<sub>2</sub> étaient dépendantes du type de sédiment, son origine géologique, et sa teneur en matière organique. L'augmentation de la température aurait donc déclenché des émissions plus importantes dans les sédiments fins, de type crayeux, avec une forte teneur en matières organiques. Cette observation est probablement expliquée par la grande surface fournie par ces sédiments très fins, qui fournissent une surface de colonisation microbienne plus importante que les sédiments plus grossiers.

Malgré cela, il est actuellement accepté que les émissions de CO<sub>2</sub> issues des cours d'eau pourraient être impactés par le réchauffement climatique. Il reste à savoir quels mécanismes compensatoires et/ou adaptatifs seront mis en place par les organismes biologiques pouvant contrecarrer (ou non) ces effets.

**Joan Artigas Alejo** – enseignant chercheur au Laboratoire Microorganismes : Génome Environnement

#### Références bibliographiques

- Boyero *et al.* (2011) A global experiment suggests climate warming will not accelerate litter decomposition in streams but might reduce carbon sequestration. *Ecology Letters* 14: 289-294.
- Comer-Warner *et al.* (2018). Thermal sensitivity of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> emissions varies with streambed sediment properties. *Nature Communications*, 9(1).
- De Fátima *et al.* (2008) Estimating the surface area of small rivers in the southwestern amazon and their role in CO<sub>2</sub> outgassing. *Earth Interact.* 12: 1–16.
- Gessner *et al.* (1999) A perspective on leaf litter breakdown in streams. *Oikos*, 377–384.
- Hotchkiss *et al.* (2015). Sources of and processes controlling CO<sub>2</sub> emissions change with the size of streams and rivers. *Nature Geoscience*, 8(9), 696–699.
- Raymond *et al.* (2013) Global carbon dioxide emissions from inland waters. *Nature* 503: 355-359.

## PROPOSITION DE DÉROULEMENT DU TRAVAIL

### Séquence 1. Présentation du projet : situation déclenchante et partenariat avec l'Acierie des Ancizes

Mise en situation à partir du document en pages 5 et 6 où l'entreprise communique sur sa stratégie pour préserver la qualité de l'eau et/ou de la vidéo : <http://www.youtube.com/watch?v=9Z1HzBNsHEY>.

Cela permettra de poser le cadre de travail et d'en dégager les grandes étapes.

*On va s'occuper de savoir ce qu'est l'eau, on va chercher ce qui pollue, quels sont les polluants, et on va essayer de savoir ce que fait l'Acierie des Ancizes pour limiter la pollution et chercher ce que nous, on peut faire.*

*Pour cela, on va faire des recherches et des expériences en classe, avoir une journée de travail à l'école des sciences de Châteauneuf-les-bains et les 7 classes se regrouperont pour présenter leur travail.*

**La lecture et l'observation des documents cités en séquence 1 peuvent faire émerger les questions et les problèmes suivants qui peuvent être traités dans un ordre chronologique variable.**

### Séquence 2. Le cycle de l'eau

Dans l'entreprise, le trop-plein du, notamment, aux eaux de pluie est reversé dans la rivière (après traitement). Cette observation peut entraîner un questionnement sur le cycle de l'eau.

→ Le cycle de l'eau naturel

Les différents états de l'eau et les conditions de changements d'état

→ Le cycle de l'eau domestique

### Séquence 3 : Le traitement des eaux usées

→ Et chez nous, comment cela se passe-t-il ?

→ Comment les eaux usées sont traitées à l'école et/ou à la maison ?

→ Comment peut-on clarifier de l'eau ?

### Séquence 4 : La qualité de l'eau

Comment mesure-t-on la qualité de l'eau après traitement ?

Comment sait-on si l'eau est polluée ? est potable ?

→ les indices visuels dans notre environnement : calcul de l'indice biotique d'une rivière

→ eau sale / eau propre / eau limpide / eau potable

→ problématique autour du pouvoir solvant de l'eau

### Séquence 5 : Des moyens d'actions – éducation au développement durable

Nous connaissons ce que l'entreprise des Ancizes a mis en place pour limiter la pollution de l'eau. Et nous, que peut-on faire ? Comment chacun peut-il agir ?

→ Des gestes au quotidien pour consommer moins

→ Qui a accès à l'eau potable ?

## L'EAU DANS LES PROGRAMMES DE CYCLE 3

### Compétences travaillées

#### ➤ Adopter un comportement éthique et responsable (Domaines du socle : 3 et 5)

- Relier des connaissances acquises en sciences et technologie à des questions de santé, de sécurité et d'environnement.
- Mettre en oeuvre une action responsable et citoyenne, individuellement ou collectivement, en et hors milieu scolaire, et en témoigner.

#### ➤ Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques (Domaine du socle : 4)

Proposer, avec l'aide du professeur, une démarche pour résoudre un problème ou répondre à une question de nature scientifique ou technologique :

- formuler une question ou une problématique scientifique ou technologique simple ;
- proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ou un problème ;
- proposer des expériences simples pour tester une hypothèse ;
- interpréter un résultat, en tirer une conclusion ;
- formaliser une partie de sa recherche sous une forme écrite ou orale.

#### ➤ S'approprier des outils et des méthodes (Domaine du socle : 2)

- Choisir ou utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production.
- Faire le lien entre la mesure réalisée, les unités et l'outil utilisés.
- Garder une trace écrite ou numérique des recherches, des observations et des expériences réalisées.
- Organiser seul ou en groupe un espace de réalisation expérimentale.
- Effectuer des recherches bibliographiques simples et ciblées. Extraire les informations pertinentes d'un document et les mettre en relation pour répondre à une question.
- Utiliser les outils mathématiques adaptés.

#### ➤ Pratiquer des langages (Domaine du socle : 1)

- Rendre compte des observations, expériences, hypothèses, conclusions en utilisant un vocabulaire précis.
- Exploiter un document constitué de divers supports (texte, schéma, graphique, tableau, algorithme simple).
- Utiliser différents modes de représentation formalisés (schéma, dessin, croquis, tableau, graphique, texte).
- Expliquer un phénomène à l'oral et à l'écrit.

#### ➤ Mobiliser des outils numériques (Domaine du socle : 2)

- Utiliser des outils numériques pour : communiquer des résultats, traiter des données, simuler des phénomènes, représenter des objets techniques.
- Identifier des sources d'informations fiables.

### Éléments du programme de cycle 3 (modifications - BO n°31 du 30/07/2020)

#### Matière, mouvement, énergie, information :

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
<b>Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique</b>	
<p>Mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversité de la matière : métaux, minéraux, verres, plastiques, matière issue du vivant...</li> <li>• L'état physique d'un échantillon de matière dépend de conditions externes, notamment de sa</li> </ul>	<p>Observer la diversité de la matière, à différentes échelles, dans la nature et dans la vie courante (matière inerte –naturelle ou fabriquée –, matière vivante).</p> <p>Distinguer différents matériaux à partir de leurs propriétés physiques (par exemple : densité, élasticité, conductivité thermique ou électrique, magnétisme, solubilité dans l'eau, miscibilité avec</p>

<p>température.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quelques propriétés de la matière solide ou liquide (approche qualitative).</li> </ul> <p>Mettre en œuvre un protocole de séparation de constituants d'un mélange.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser des mélanges peut provoquer des transformations de la matière (dissolution, réaction).</li> <li>• La matière qui nous entoure (à l'état solide, liquide ou gazeux), résulte souvent de l'association de différents constituants.</li> </ul>	<p>l'eau...) ou de leurs caractéristiques (matériaux bruts, conditions de mise en forme, procédés...).</p> <p>La question de la toxicité de certaines substances pour les milieux naturels peut être abordée.</p> <p>Séparer des constituants par décantation, filtration, évaporation.</p> <p>L'eau et les solutions aqueuses courantes (eau minérale, eau du robinet, boissons, mélanges issus de dissolution d'espèces solides ou gazeuses dans l'eau...) représentent un champ d'expérimentation très riche. Détachants, dissolvants, produits domestiques permettent d'aborder d'autres mélanges et d'introduire la notion de mélange de constituants pouvant conduire à une réaction (transformation chimique).</p>
---	---

### Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
<b>Mettre en évidence l'interdépendance des différents êtres vivants dans un réseau trophique</b>	
<p>Relier la production de matière par les animaux et leur consommation de nourriture provenant d'autres êtres vivants.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besoins alimentaires des animaux.</li> <li>• Devenir de la matière d'un organisme lorsqu'il est mort.</li> <li>• Décomposeurs.</li> </ul>	<p>Les études portent sur des cultures et des élevages ainsi que des expérimentations et des recherches et observations sur le terrain.</p> <p>Repérer des manifestations de consommation ou de rejets des êtres vivants.</p> <p>À partir des observations de l'environnement proche, les élèves identifient la place et le rôle des végétaux chlorophylliens en tant que producteurs primaires d'un réseau trophique.</p>

### Matériaux et objets techniques

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
<b>Repérer et comprendre la communication et la gestion de l'information</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Environnement numérique de travail.</li> <li>• Usage des moyens numériques dans un réseau.</li> <li>• Usage de logiciels usuels.</li> </ul>	<p>Les élèves apprennent à connaître l'organisation d'un environnement numérique. Ils exploitent les moyens informatiques en pratiquant le travail collaboratif. Les élèves maîtrisent le fonctionnement de logiciels usuels et s'approprient leur fonctionnement.</p>

### La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
<b>Situer la Terre dans le système solaire et caractériser les conditions de la vie terrestre</b>	
<p>Relier certains phénomènes naturels (tempêtes, inondations, tremblements de terre) à des risques pour les populations.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phénomènes traduisant l'activité externe de la Terre : phénomènes météorologiques et climatiques ; événements extrêmes (tempêtes, cyclones, inondations et sécheresses...).</li> </ul>	<p>Étudier un risque naturel local (risque d'inondation, de glissement de terrain, de tremblement de terre...).</p> <p>Mener des démarches permettant d'exploiter des exemples proches de l'école, à partir d'études de terrain et en lien avec l'éducation au développement durable.</p>

Identifier les enjeux liés à l'environnement	
<p><b>Répartition des êtres vivants et peuplement</b></p> <p>Décrire un milieu de vie dans ses diverses composantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notion d'écosystème.</li> <li>• Interactions des organismes vivants entre eux et avec leur environnement.</li> </ul> <p>Relier le peuplement d'un milieu et les conditions de vie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modification du peuplement en fonction des conditions physico-chimiques du milieu et des saisons.</li> <li>• Conséquences de la modification d'un facteur physique ou biologique sur l'écosystème.</li> <li>• La biodiversité, un réseau dynamique.</li> </ul> <p>Identifier la nature des interactions entre les êtres vivants et leur importance dans le peuplement des milieux. Identifier quelques impacts humains dans un environnement (comportements, aménagements, impacts de certaines technologies...).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aménagements de l'espace par les humains et contraintes naturelles ; impacts technologiques positifs et négatifs sur l'environnement.</li> </ul>	<p>Travailler à partir de l'environnement proche : observations et analyses de données recueillies lors de sorties, recherches documentaires.</p> <p>Répertorier les êtres vivants dans la cour de récréation ou dans l'environnement proche ; réaliser des mesures et des constats tout au long de l'année pour étudier les peuplements : comparer la répartition des êtres vivants dans des milieux d'expositions différentes, au cours des saisons, etc.</p> <p>Permettre aux élèves de découvrir la notion d'engagement individuel et/ou collectif, notamment dans le cadre d'un travail partenarial, et en lien avec l'enseignement moral et civique.</p>
<p>Relier les besoins de l'être humain, l'exploitation des ressources naturelles et les impacts à prévoir et gérer (risques, rejets, valorisations, épuisement des stocks).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exploitation raisonnée et utilisation des ressources (eau, pétrole, charbon, minerais, biodiversité, sols, bois, roches à des fins de construction...).</li> </ul>	<p>Travailler à travers des recherches documentaires et d'une ou deux enquêtes de terrain. Prévoir de travailler à différentes échelles de temps et d'espace, en poursuivant l'éducation au développement durable.</p>

## Quelques éléments généraux de didactique

La plupart des élèves n'ont pas attendu d'être sur les bancs de l'école, et d'avoir construit des connaissances scientifiques pour se forger une explication des phénomènes naturels observés dans la vie de tous les jours.

Nous sommes souvent confrontés au fait que les élèves ont des réponses à tout. On constate que les enfants se sont construit un certain nombre de réponses, qu'ils ont élaboré des raisonnements, fruits de leurs expériences sensibles et de la façon dont ils interprètent les phénomènes observés dans leur concret quotidien.

Dans les classes, nous sommes confrontés à des enfants qui possèdent en eux tout un patrimoine de connaissances, et qui sont donc susceptibles de mettre en œuvre des raisonnements qui sans être scientifiques n'en ont pas moins deux particularités remarquables.

Dans le domaine d'expérience cerné par les élèves, ces raisonnements sont plutôt cohérents et très opérationnels. En fait, comme ces raisonnements n'ont pas été déstabilisés, les élèves les considèrent comme performants. La confrontation de ces raisonnements avec les savoirs scientifiques est donc essentielle.

Pour cela, les didacticiens ont travaillé pour mettre à jour les raisonnements naturels spécifiques dans la plupart des domaines enseignés à l'école. Ces travaux ont pu être menés car il existe des grandes tendances de raisonnements, et aussi parce que ces raisonnements sont partagés par beaucoup d'individus quels que soient leurs origines et leur pays. On sait aujourd'hui, que si ces raisonnements ne sont pas pris en compte chez l'enfant, ils peuvent se retrouver inchangés chez l'adulte.

Par exemple, les enfants ont des difficultés à concevoir qu'un corps dissous dans l'eau ne disparaît pas. C'est ce qu'on appelle le primat de la perception : pour la très grande majorité des enfants, **ce qui ne se voit pas n'existe pas**.

## DEMARCHES POUR LA CLASSE

### Les différents états de l'eau

#### Difficultés provenant des liens avec le vocabulaire courant

Dans le vocabulaire courant :

- solide s'oppose souvent à fragile ou à mou, et non à liquide et gazeux ;
- gaz désigne surtout le gaz combustible utilisé comme moyen de chauffage domestique ;
- l'expression « eau gazeuse » ne désigne pas de l'eau dont l'état physique est l'état gazeux, mais de l'eau dans laquelle est dissous du dioxyde de carbone ;
- le mot « fondre » est souvent employé à la place de se dissoudre : on dit « le sucre fond dans l'eau » au lieu de « se dissout dans l'eau ». Il ne s'agit pas ici d'un changement d'état mais d'une dissolution ;
- le mot vapeur désigne d'autres gaz que la vapeur d'eau (vapeur d'alcool, d'éther...).

#### Difficultés provenant des idées préalables des élèves

Pour les élèves, la glace, l'eau et la vapeur d'eau sont trois substances différentes. Cette représentation est issue des différences perceptives entre ces trois états. Elle est renforcée par le vocabulaire usuel (sous chacun de ses trois états, l'eau porte un nom différent) et par certaines habitudes pédagogiques qui consistent à présenter l'eau comme le prototype de l'état liquide, et l'air comme celui de l'état gazeux.

Les élèves ne possèdent pas totalement l'idée de conservation et ont du mal, généralement, à admettre l'existence de quelque chose d'invisible. Cette difficulté se manifeste dans le cas des gaz et tout particulièrement dans celui de la vapeur d'eau. Lorsque de l'eau s'évapore, les plus jeunes élèves perçoivent ce phénomène comme magique et pensent tout simplement que l'eau a disparu.

Les plus âgés prétendent souvent que l'eau, en s'évaporant, s'est transformée en air.

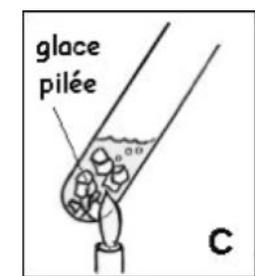
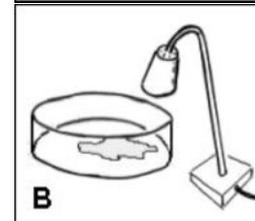
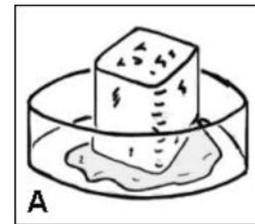
Lors de l'ébullition, de grosses bulles de vapeur d'eau se forment dans le liquide, remontent à la surface et s'échappent. De nombreux élèves pensent que ce sont des bulles d'air.

Lorsque l'eau bout, on voit en général un brouillard au-dessus du récipient. Ce brouillard est constitué de fines gouttelettes d'eau résultant de la condensation de la vapeur d'eau dans l'air froid au-dessus du récipient. Les élèves appellent souvent ce brouillard « fumée », alors qu'une fumée comporte de fines particules solides, ce qui n'est pas le cas ici. Ils appellent aussi ce brouillard « vapeur », alors que **la vapeur d'eau est un gaz invisible**. Ils appellent également ce brouillard « buée », alors que le mot buée désigne plutôt les fines gouttelettes d'eau qui se déposent sur un objet froid.

#### Fusion de la glace

Au soleil (A) ou sous une lampe (B), déposer un glaçon dans un petit cristalliseur ou une soucoupe. La situation A présentée ci-dessous exige un temps assez long (une demi-journée au soleil, pour mener l'expérience à terme). La situation B s'impose en l'absence de soleil. La situation C permet d'accélérer les changements d'état, mais elle diffère des processus mis en œuvre dans la nature (rôle de l'énergie solaire).

On peut amener les élèves à concevoir ces différentes situations en leur proposant le défi « Comment faire fondre un glaçon le plus vite possible ? »



### Quelques écueils à éviter lors des observations et des manipulations

Lorsqu'on chauffe de l'eau dans un récipient, on observe avant l'ébullition de petites bulles d'air (initialement dissoutes dans l'eau) qui s'échappent de l'eau. Ce n'est qu'en poursuivant le chauffage que l'on voit apparaître de grosses bulles de vapeur d'eau qui caractérisent l'ébullition.

La mise en évidence de la température de fusion / solidification de l'eau pure nécessite un mélange intime de glace et d'eau en équilibre. Si la quantité de glace est trop faible, la température n'atteindra pas l'équilibre. Si la glace n'est pas pilée (par exemple lorsqu'on utilise un glaçon), la température risque de ne pas être homogène dans tout le récipient.

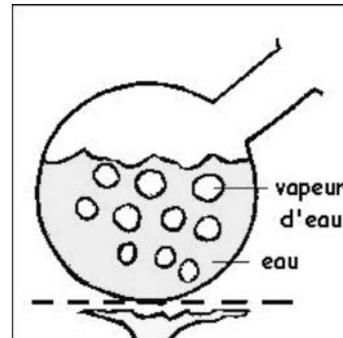
Lorsqu'on mesure la température d'ébullition de l'eau à l'école, il est rare de trouver 100°C. La température d'ébullition est affectée par la présence de substances dissoutes (l'eau du robinet n'est pas pure) et par la pression atmosphérique qui dépend, en particulier, de l'altitude. Dans les régions montagneuses, l'eau pure bout à une température légèrement inférieure à 100 °C. La mise en évidence de la conservation de la masse lors de la fusion de la glace nécessite d'essuyer la buée, issue de l'air ambiant, qui se condense sur les parois extérieures du récipient contenant la glace.

Sans cette précaution, l'équilibre d'une balance de type Roberval est rapidement rompu.

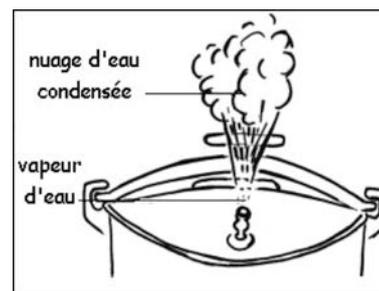
Fiches connaissances – cycles 2 et 3 – Ministère de l'Éducation Nationale

### Evaporation de l'eau

L'ébullition de l'eau génère des bulles d'un gaz incolore, la vapeur d'eau. À la surface libre du liquide, les bulles éclatent et le gaz ainsi libéré se mélange à l'air sans qu'il soit détectable à l'œil nu.



Lors de la libération brutale de la vapeur d'eau par la soupape d'une Cocotte-Minute, il est aisé de détecter la présence d'un jet de vapeur invisible sur quelques centimètres, entre la soupape et le nuage d'eau condensée qui se forme (cf. schéma ci-dessous).



### De l'eau en ébullition à basse température

De l'eau chaude mais non bouillante (~55°C) est versée dans une bouteille rigide et transparente, ici en verre. Un thermomètre y est glissé afin de pouvoir suivre l'évolution de la température. La bouteille est refermée à l'aide du bouchon d'un système de pompe à vide utilisé pour la conservation du vin dans sa bouteille d'origine. La première manipulation consiste à actionner la pompe à vide. L'air de la bouteille est chassé... et l'eau, toujours à ~55°C, se met à bouillir ! L'opération peut être répétée plusieurs fois.

Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=XB-cVSVnnWQ>

### Des propositions de séquences :

[http://www.ac-grenoble.fr/mathssciences/IMG/pdf/pdf\\_Changements\\_eau.pdf](http://www.ac-grenoble.fr/mathssciences/IMG/pdf/pdf_Changements_eau.pdf)

<http://lamap93.free.fr/preparer/ok/ok-99-01ind.htm>

### Des vidéos :

Billes de sciences – vidéo pédagogique pour le maître :

<https://www.youtube.com/watch?v=q5abpZczoIk&list=UUy1BMhZGRdFiOde2DqeQE0w&index=13>

### Des expériences :

<http://education.meteofrance.fr/ecole/activites-experimentales/l-eau/experiences-sur-leau>

## Différents états de l'eau et cycle naturel de l'eau

Dans le contexte de ce projet et pour donner du sens à ces changements d'état de l'eau, il est intéressant de faire le parallèle entre cycle naturel de l'eau et changements d'état de l'eau.

Il est possible :

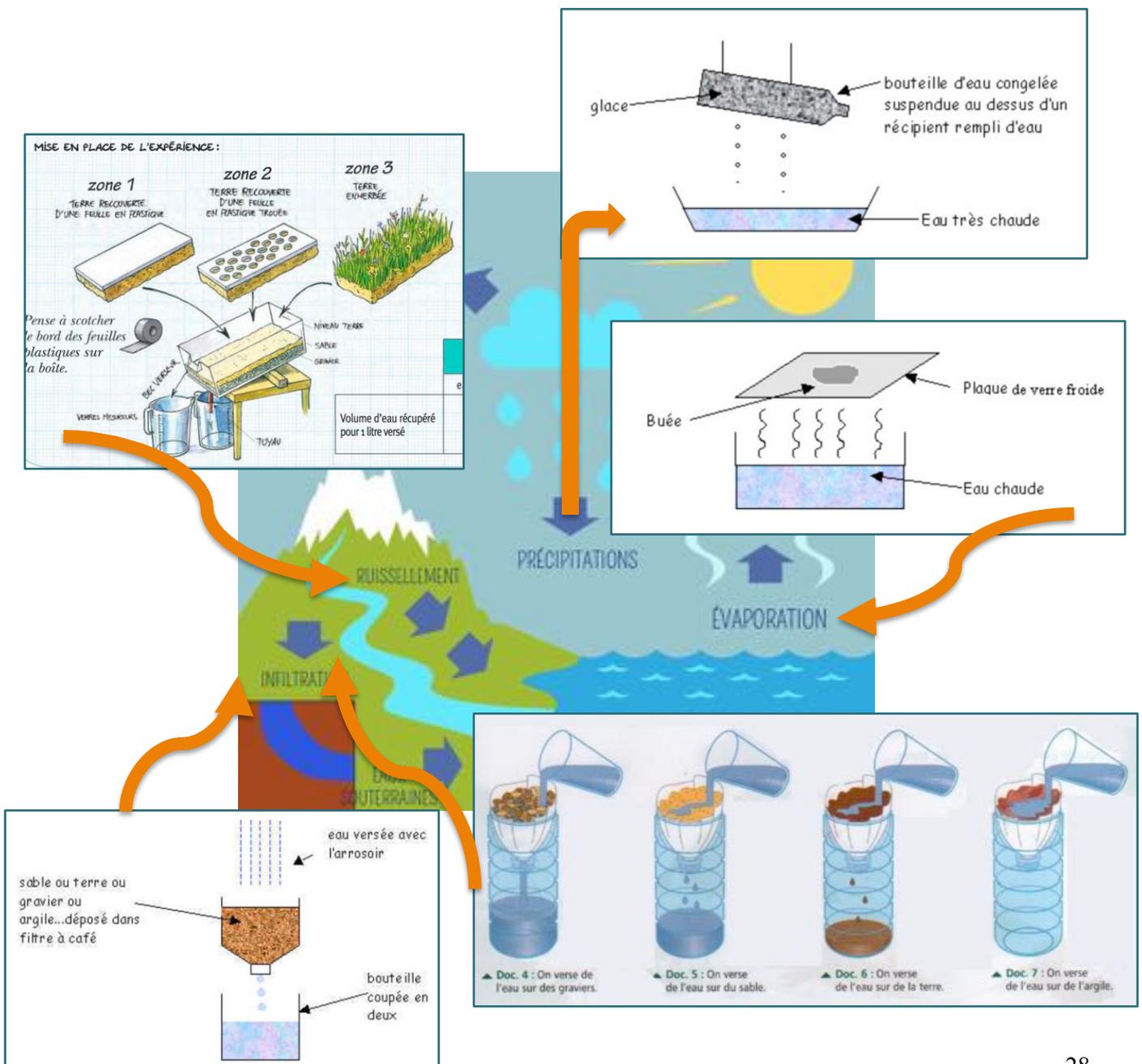
- de partir du cycle naturel de l'eau et de construire les connaissances sur les différents états de l'eau et les changements correspondants au fur et à mesure.
- ou d'étudier les changements d'état de l'eau et de s'aider de ces connaissances pour « reconstruire » le cycle naturel de l'eau.

Le schéma ci-dessous met en parallèle cycle de l'eau et expériences permettant d'illustrer chacune des étapes. Ce travail est bien sûr à réaliser en questionnant les élèves et en leur faisant construire leurs hypothèses et les expériences qui leur permettront de les valider.

**Des propositions de séquences :** <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11078/1-dou-vient-leau>  
<https://www.laronde-sciences.com/scolaire/dispositifsaccompagnements/fibonacci-2/modules-fibonacci/vaporisation/>

**Des vidéos :** Billes de sciences – vidéo pédagogique pour le maître :

<https://www.youtube.com/watch?v=pSjd3s7wIdo>



# Le cycle de l'eau domestique

## Le traitement des eaux usées

### Propositions de séances

#### Séance 1

**Objectif :** rédiger un questionnaire d'enquête

**Déroulement :**

→ Représentations initiales

Faire dessiner les élèves : leur logement ou l'école, les points d'arrivées d'eau, les tuyaux, leur demander d'imaginer d'où vient l'eau avant d'arriver chez eux ou à l'école mais aussi où va l'eau rejetée.

→ Confronter les représentations/avis contradictoires

→ Lister les questions :

- où est pompée l'eau de la commune ?

- est-elle traitée ?

- est-elle stockée ?

- comment est-elle acheminée jusqu'à chez nous ? ...

→ Chercher comment l'on pourrait trouver la réponse à toutes ces questions (demander à la mairie, rencontrer une personne-ressource)

#### Séance 2

**Objectif :** identifier les différentes étapes et les lieux pour l'acheminement de l'eau potable

**Déroulement :**

→ Sortie et rencontre avec une personne-ressource (travaillant au service de l'eau de la commune ou du syndicat) si possible sur site.

Présentations des différentes étapes :

- le captage

- le traitement (station de traitement)

- le stockage

- la distribution

→ Localisation sur un plan de la commune (ou du secteur) des différents lieux du circuit domestique de l'eau.

→ Ecriture d'un compte-rendu de visite.

**Ressources :**

- documents de l'agence de l'eau Loire-Bretagne (posters sur les différentes étapes)

- documentaire "C'est pas sorcier" : de la source à la centrale d'épuration

### Séance 3

**Objectif :** distinguer matières solubles et insolubles

**Déroulement :**

→ Problématiques : Qu'est-ce qui salit l'eau ?

→ Hypothèses

Les élèves sont invités à lister les substances solides ou liquides qui pourraient salir l'eau (phase individuelle puis mise en commun) : sable, terre, peinture, sirop, sel, alcool, caillou, bois, craie, huile, graisse...

Ils prédisent le « comportement » de cette substance (quel effet produira-t-elle dans l'eau ?)

→ Expérimentations

Chaque élève teste une substance dans un récipient distinct et observe son « comportement ». (on peut aussi tester toutes les substances dans un même récipient)

→ Observations des résultats et conclusions

Certaines substances « disparaissent » dans l'eau, elles se mélangent à l'eau (sel, sucre, colorant...). Elles sont solubles dans l'eau.

D'autres ne se mélangent pas à l'eau : elles restent en surface (huile), en suspension ou en dépôt au fond.

### Séance 4

**Objectif :** imaginer des dispositifs expérimentaux pour séparer l'eau et les matières insolubles

**Déroulement :**

→ Problématiques : Comment nettoyer l'eau ?

→ Hypothèses

Les élèves réfléchissent aux techniques d'épuration de l'eau (phase individuelle et mise en commun et débat) : tamiser, dessabler, transvaser, filtrer, racler, déborder...

→ Expérimentations

Avec divers instruments (passoire, racleur, cuillère, autres récipients, bouteilles, filtre à café, coton, sable...), les enfants expérimentent des techniques pour « enlever » les substances non solubles.

Chaque groupe devra :

- Réfléchir à ce qu'il a l'intention de réaliser
- Établir la liste du matériel nécessaire
- Conserver un échantillon témoin pour voir les changements
- Présenter aux autres groupes l'expérience faite et le résultat de son expérience

Lors de la synthèse collective, on comparera la limpidité des filtrats obtenus par chacun des groupes.

Comment produire de l'eau encore plus propre ?

Chaque groupe pourra choisir une 2<sup>ème</sup> façon de rendre l'eau plus claire et devra présenter ses conclusions à l'ensemble de la classe.

On pourra expérimenter sur la qualité des filtres (mailles plus ou moins grosses, sur le nombre de filtrations,...)

→ Conclusions

Les substances solides non solubles peuvent être retirées de l'eau par filtration ou décantation.

Les matières grasses (ex : huile plus légère que l'eau) flottent à la surface de l'eau, elles peuvent être retirées par raclage ou débordement. Par contre, les matières solubles ne sont pas « séparées » par les actions mécaniques.

→ Nouvelle situation-problème : comment nettoyer l'eau des matières solubles ?

## Séance 5

**Objectif :** imaginer des dispositifs expérimentaux pour séparer l'eau et les matières solubles

### Déroulement :

→ Problématiques : Où est le sel ? Comment nettoyer l'eau ?

→ Hypothèses et expérimentations

Parmi les solutions proposées, retenir l'évaporation (à température ambiante ou par chauffage). Penser à mesurer les masses pour vérifier la conservation de la matière.

L'évaporation de l'eau permet de récupérer les substances solubles mais dans le cas de l'eau sale, ce n'est pas les saletés que l'on veut récupérer mais l'eau évaporée.

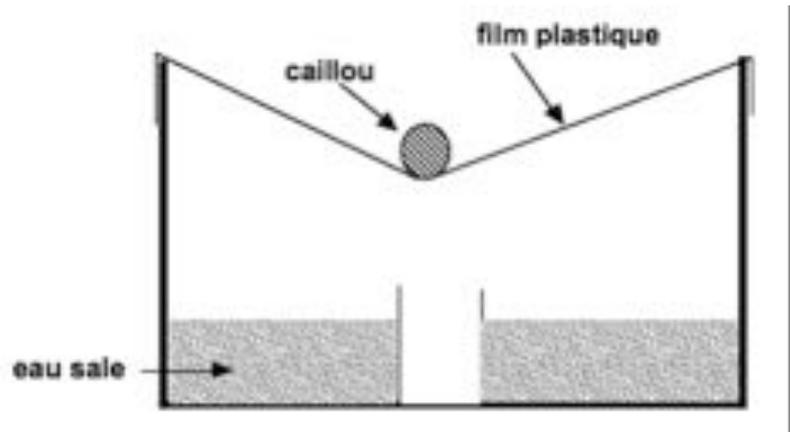
→ Nouvelle problématique : comment récupérer l'eau évaporée ?

→ Expérimentation : Le dispositif ci-dessous est une proposition qui peut alors être mise en place après recherche de solutions par les élèves, confrontation de leurs idées et argumentation sur l'intérêt des différents éléments du dispositif.

→ Conclusions :

L'eau obtenue est claire et sans odeur ; apparemment elle est propre. Cette technique d'évaporation/condensation permet de débarrasser l'eau des matières solubles. Mais ce procédé n'est sûrement pas facile à mettre en place à grande échelle, à l'échelle d'une commune.

→ Nouvelle situation-problème : comment les stations d'épuration nettoient-elles l'eau ?



Le lien ci-dessous donne accès à des dossiers très complets de la Main à la pâte sur mélanges et solutions et notamment sur la dissolution d'éléments dans l'eau (Version papier : La Classe n°213 – 11/2010) : <https://www.fondation-lamap.org/fr/melanges-solutions>

## Séance 6

**Objectif :** comprendre le fonctionnement d'une station d'épuration

### Déroulement :

→ Modalités de visite : s'adresser à la station d'épuration la plus proche pour voir la possibilité d'y emmener les élèves. Prendre des photos, interroger la personne responsable.

→ Après la visite :

- reconstituer les étapes du traitement des eaux et comparer avec les exp. des séances 4 et 5. Les élèves feront facilement le parallèle entre leur recherche et les techniques de dégrillage, déshuilage, décantation et filtration observées dans la station d'épuration.

- compléter ces techniques par des expériences sur la floculation décrites dans la page suivante.

- modéliser une station d'épuration (un modèle est donné plus loin) ce qui permettra la compréhension du traitement biologique. Cette maquette pourra également être réalisée lors de la journée à l'École des Sciences.

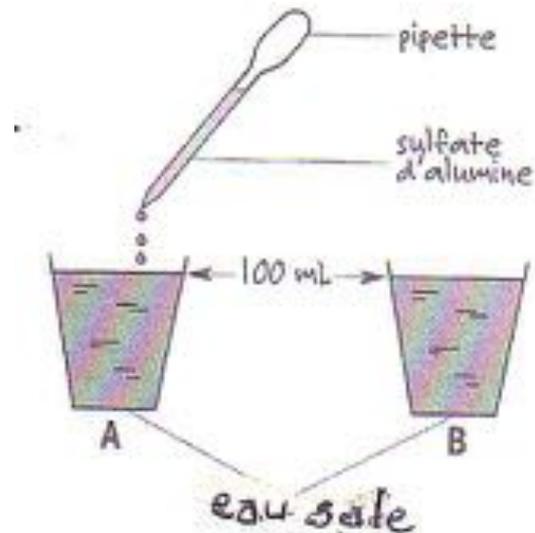
## La floculation

### Matériel :

- eau « sale » = 200 ml d'eau + 2 cuillères à café d'argile en poudre
- éprouvette graduée
- 2 récipients transparents
- pipette
- sulfate d'alumine

### Expérience :

1. Avec l'éprouvette graduée, mesurez 100 ml d'eau sale et versez-la dans chaque récipient transparent.
2. Avec la pipette, prenez 6 ml de sulfate d'alumine et versez dans l'un des récipients. Mélangez bien.
3. Laissez reposer 5 minutes et observez le mélange dans chaque récipient



### Résultats :

Comparer et dessinez dans les 2 récipients.

Récipient avec le sulfate d'alumine	Récipient sans sulfate d'alumine

### Conclusion :

A quoi sert le sulfate d'alumine ?

.....

**Note pour le maître :** La floculation est le processus physico-chimique au cours duquel des matières en suspension dans un liquide s'agglomèrent pour former des particules plus grosses, généralement très poreuses, nommées floccs. Les floccs sédimentent généralement beaucoup plus rapidement que les particules primaires dont ils sont formés. La floculation peut avoir lieu naturellement (cas des boues activées) ou peut être accélérée par l'ajout d'un flocculant. La floculation est une étape fondamentale du traitement primaire de l'eau (épuration, dépollution, potabilisation), pour laquelle on utilise des agents dits flocculants, tels des ions métalliques (chlorure de fer, sulfate d'alumine) afin de favoriser l'agrégation des matières en suspension.

Dans le traitement des eaux usées, la floculation sert essentiellement à neutraliser les phosphates.

Dans le traitement de l'eau potable, elle est surtout utilisée pour améliorer la turbidité en flocculant les particules d'argile.

## Modélisation d'une station d'épuration

**Objectif :** Modéliser le fonctionnement d'une station d'épuration en présentant les différentes étapes du traitement des eaux usées (traitement physique et traitement biologique)

### Démarche :

La visite de la station de traitements des eaux usées a permis de structurer les connaissances construites dans la recherche de différentes techniques pour nettoyer l'eau.

Il est alors possible de chercher des solutions pour modéliser l'usine.

Les élèves vont émettre des hypothèses, rechercher des solutions à l'aide de matériaux simples mis à leur disposition en élaborant un mode opératoire. En plus de modéliser les différentes étapes, les enfants rencontrent souvent une difficulté liée à la gravitation de l'eau. Ce phénomène physique sera peut-être à travailler en parallèle.

La validation des hypothèses va se faire en confrontant les éléments observés.

La partie traitement biologique sera donnée par le maître car elle n'est pas concevable par les élèves.

La fiche ci-dessous n'est pas à utiliser comme un modèle mais comme une aide pour le PE.

Elle peut lui permettre de synthétiser les différentes étapes qui sont à adapter selon le type de traitement observé dans la station de leur commune.

### Matériel :

Pour construire la station d'épuration :

- 3 bouteilles plastiques d'eau minérale (transparentes et stables) ou 3 cuves
- Tuyau plastique souple avec bouchon ou robinet d'arrêt (à se procurer en jardinerie ou animalerie niveau aquarium)
- Joint silicone
- Cartons de différentes hauteurs

Pour faire fonctionner la station d'épuration :

- Un bulleur d'aquarium
- Passoire ou grille
- Un sachet de levure de boulanger déshydratée
- Glucose en poudre (ou miel bien cristallisé), sable, huile alimentaire, argile, petits bouts de plastique, eau de fleur d'oranger, brindilles de bois, feuilles, ...
- Bandelettes pour tester le taux de glucose
- Perchlorure de fer ( $\text{FeCl}_3$ ), (même rôle que les sulfates d'alumine utilisés dans la fiche sur la floculation) en solution à 10% (diluer dans de l'eau distillée) et chlorure de potassium (KCl) pour accélérer l'action de  $\text{FeCl}_3$ .

### Ultérieurement :

- Reconstituer une eau usée (500 ml d'eau, 3g de glucose, huile alimentaire, argile, petits bouts de plastique, eau de fleur d'oranger, brindilles de bois, feuilles, ...)
- 6 heures avant, faire épuiser les levures en les faisant jeûner (délayer un sachet de levure de boulanger en poudre dans 100 ml d'eau tiède et installer le bulleur pour oxygéner cette préparation)

### Mise en fonctionnement de la station d'épuration :

#### 1. Décantation primaire

- Verser l'échantillon des eaux usées à travers la grille ou la passoire ; c'est le **dégrillage**.
- Laisser décanter plusieurs minutes jusqu'à ce que l'huile soit remontée à la surface et que le sable soit retombé au fond ; c'est la **décantation**.
- Laisser s'écouler lentement le liquide dans le bassin biologique ; c'est le **dessablage**.
- Arrêter l'écoulement avant le passage de l'huile ; c'est le **dégraissage**.

Après cette étape (traitement physique de l'eau), l'eau est débarrassée de la plupart des impuretés visibles mais il reste de la matière organique dans l'eau (matières fécales par exemple) dont il faut se débarrasser. *Dans la simulation, on utilisera du glucose pour des raisons d'hygiène ! C'est le travail à accomplir dans le deuxième bassin.*

## 2. Élimination biologique de la matière organique (traitement biologique)

- Mettre en place le bulleur dans le bassin biologique pour bien oxygéner les eaux usées.
- Ajouter les levures à jeun, prêtes à consommer le glucose
- Effectuer des mesures toutes les heures à l'aide des bandelettes. Le taux de glucose peut devenir nul au bout de 4 à 5 heures. Cela traduit une épuration des eaux en matière organique.
- Lorsque le taux de glucose est arrivé à son minimum, laisser s'écouler le contenu du bassin biologique dans le dernier bac.

L'eau est débarrassée des matières organiques (grâce à l'action de micro-organismes -ici les levures- en présence d'oxygène) mais elle est trouble. Il faut donc à nouveau la rendre plus limpide. C'est ce qui sera fait dans le troisième bassin.

## 3. Clarification (décanteur secondaire)

- Ajouter quelques millilitres de solution de perchlorure de fer ( $\text{FeCl}_3$ ) et quelques pincées de chlorure de potassium (KCl). Des flocons apparaissent peu à peu, traduisant la précipitation des levures. *Le rôle de ce dernier bassin est de séparer l'eau des microorganismes par un procédé de floculation (les particules en suspension sont agglomérées par le perchlorure de fer. En devenant plus lourdes, elles tombent au fond du bassin)*

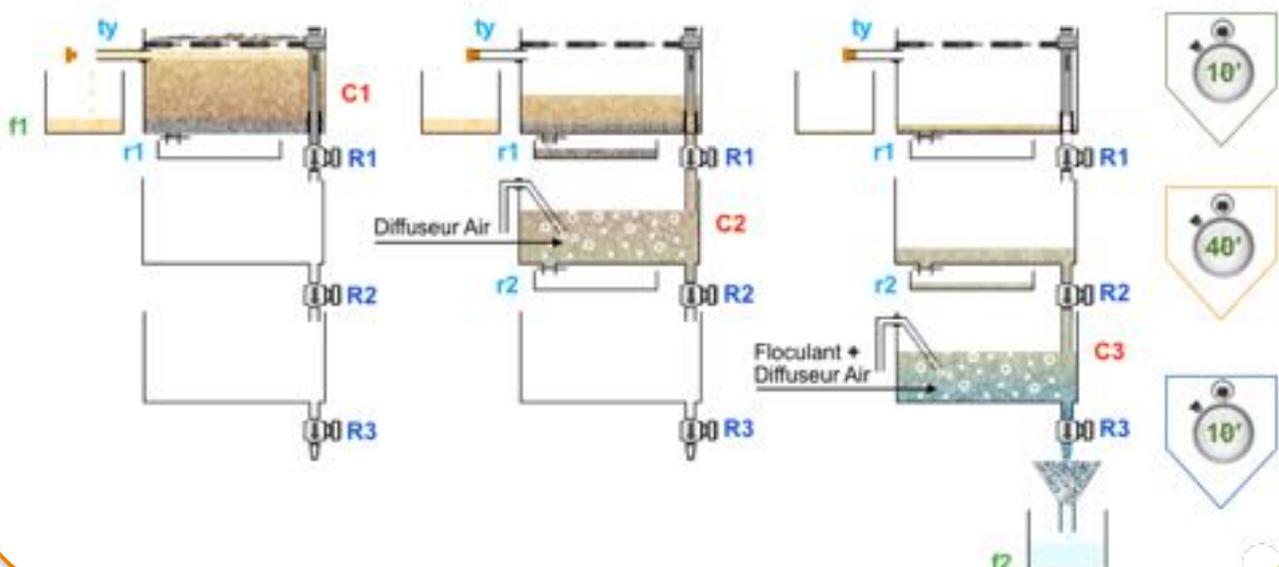
L'eau peut maintenant être rejetée dans la nature. Elle est débarrassée des substances visibles ainsi que des matières organiques.

**Attention, cette eau n'est pas potable pour autant !**

**L'épuration n'a pas débarrassé l'eau des microbes contenus.**

Le schéma ci-dessous montre les trois cuves superposées C1, C2, et C3 à trois moments successifs du déroulement des opérations :

1. après dégrillage et remplissage de la cuve C1,
2. après recueil des graisses en C1, décantation en C1 et écoulement de C1 dans C2 - recueil des sables en cours en C1,
3. après oxygénation, décantation en C2, écoulement vers C3 et recueil des boues de C2 en cours.



# La qualité de l'eau

## Introduction

L'eau ainsi nettoyée est claire, limpide ; elle peut être rejetée dans la rivière comme chez Aubert et Duval, mais est-elle potable ? Comment mesure-t-on si elle est potable ?

Un travail sur le **vocabulaire** semble nécessaire : **eau propre / sale / limpide / potable**.

A l'école primaire, les possibilités de mesures de la qualité de l'eau restent limitées.

Cependant quelques pistes peuvent être envisagées.

## 1- Le traitement de l'eau potable

→ **Recherche documentaire** : Que mesure-t-on dans l'eau pour savoir si elle est potable ou non ? Fonctionnement d'une station de traitement de l'eau potable.

[https://fr.vikidia.org/wiki/Eau\\_potable](https://fr.vikidia.org/wiki/Eau_potable)

On peut consulter sur internet les résultats des analyses d'eau de la commune effectués par l'agence régionale de santé.

<https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/eaux/eau>

→ **Visite** : Selon les spécificités locales (ex : usine de traitement de l'arsenic dans l'eau à St Ours les Roches), s'adresser à la mairie pour voir la possibilité d'emmener les élèves sur une usine de traitement. Prendre des photos, interroger la personne responsable.

→ **Expérimentation** : Possibilité de compléter les recherches faites par les enfants par l'expérience de filtration sur charbon actif décrite page suivante.

- **Prolongement** : À la suite de ce travail sur le traitement de l'eau potable et en faisant le parallèle avec les expériences sur la dissolution, il peut être intéressant de travailler sur les eaux minérales et de source mises en bouteille.

## 2- Les micro-organismes dans l'eau

Dans leur recherche, les élèves retrouveront des techniques communes avec le traitement des eaux usées : décantation et filtration. En Auvergne, souvent ces deux étapes ne sont pas réalisées car le sous-sol sert de filtre naturel. Il reste le problème des micro-organismes qui peuvent être pathogènes.

On peut réaliser une mise en culture de différentes eaux.

→ Préparation d'un milieu de culture en fabriquant un « bouillon de culture » (base de bouillon cube et de géifiant).

→ Mise en évidence de la présence de micro-organismes sur 3 eaux de différentes provenance avec ensemencement de 3 boîtes de Pétri par 3 volumes identiques de ces eaux..

- eau « brute » prélevée dans un milieu extérieur-mare, étang...

- eau du robinet

- eau stérilisée par ébullition ou achetée en pharmacie.

NB: il faudrait également prévoir une boîte Pétri stérile « témoin » non ouverte pour la comparer avec les autres.

→ Ces 3 boîtes + la boîte témoin peuvent être placées sur un radiateur. Pour évaluer l'évolution de ces boîtes, des photos peuvent être prises régulièrement. Quelques jours plus tard (durée à tester), les 4 boîtes seront comparées d'un point de vue qualitatif (par comparaison des couleurs des colonies) avec une approche « quantitative » en comparant les abondances des colonies.

→ Travail sur différents moyens de ralentir le développement des colonies de bactéries à partir d'une même eau prélevée en milieu extérieur (boîtes de Pétri mises au réfrigérateur, eau chlorée, eau bouillie)

→ **Conclusion** : Dans une usine de production d'eau potable, il y a des opérations supplémentaires pour tuer les microbes invisibles contenus dans l'eau (le goût du chlore est parfois perçu dans l'eau du robinet ou dans l'eau de la piscine).

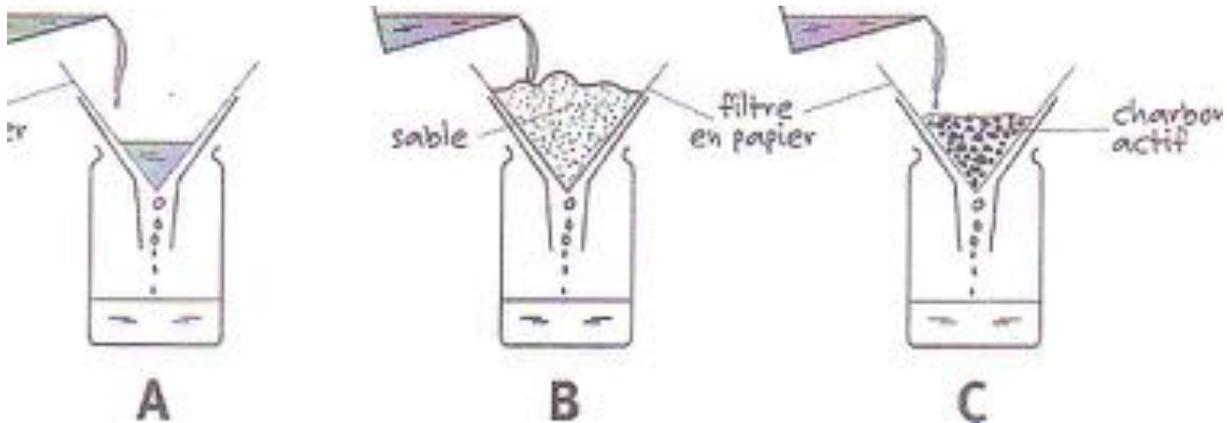
## Filtration sur charbon actif et sur sable

### Matériel :

- Eau sale
- 4 verres et 3 récipients transparents
- 1 entonnoir
- 3 filtres en papier
- sable et charbon actif (le charbon actif doit être rincé au préalable pour ne pas noircir l'eau)

### Expérience :

1. Séparez l'eau sale en 4 parties à peu près égales dans les 4 verres et ajoutez de l'eau de fleur d'oranger (l'odeur doit pouvoir se sentir) dans chaque. Un des verres sera conservé et servira de flacon témoin.
2. Avec l'eau des 3 autres verres, réalisez successivement les 3 expériences :
  - A. Placez un filtre en papier dans l'entonnoir, filtrez l'eau sale à travers le papier filtre.
  - B. Placez un filtre en papier dans l'entonnoir et remplissez-le de sable. Filtrez l'eau sale à travers ce sable.
  - C. Placez un filtre en papier dans l'entonnoir et remplissez-le de charbon actif. Filtrez l'eau sale à travers ce charbon.



### Résultats :

Pour chaque expérience, indiquez comment est l'eau (aspect, odeur,...) après sa filtration.

A. Après filtration sur papier filtre

.....  
 .....

B. Après filtration sur sable

.....  
 .....

C. Après filtration sur charbon actif

.....  
 .....

**Note pour le maitre :** Le charbon actif retient un grand nombre de composés organiques, tels les pesticides. Il est composé principalement d'atomes de carbone, généralement obtenus après une étape de carbonisation à haute température, présentant une très grande surface spécifique qui lui confère un fort pouvoir adsorbant. L'adsorption est un phénomène de surface par lequel des molécules se fixent sur la surface de l'adsorbant par des liaisons faibles. Des preuves de l'utilisation du charbon actif remontent à l'Antiquité avec des utilisations médicinales par Hippocrate vers 400 ans av. J.-C. ou pour de la purification d'eau par les égyptiens vers 1550 ans av. J.-C.. (source : Wikipedia)

### 3- Mesure de l'indice biotique de l'eau d'une rivière

Travailler sur la faune présente dans la rivière permet de repérer la qualité de l'eau. La dynamique de la rivière peut être caractérisée par sa force et son milieu de vie.

#### I. Travail sur l'aspect de la rivière

*Matériel nécessaire par groupe :*

*Une fiche instructions, feuille de brouillon, crayon papier et couleur, gomme, bouchon, chronomètre, décimètre ou ficelle de 10 m de long, calculatrice, thermomètre, gobelet plastique.*

a. Faire un croquis de la rivière qui permette de repérer les données géographiques de la rivière.

b. Trouver les données physiques de l'eau.

c. La synthèse collective devra faire apparaître :

- Le profil de la rivière sera différent selon les sols rencontrés.

- L'eau creuse son lit, sape les berges, a une action chimique sur le substrat. L'eau transporte des matériaux.

#### II. Travail sur la faune et repérage du degré de pollution

*Matériel nécessaire par groupe :*

*Binoculaire, loupes sur pied et loupe à main, visionneuse, petites boîtes transparentes fermées et coupelles, filet*

*Clé de détermination et fiche plastifiée d'indicateur de pollution*

*Des feuilles de brouillon, des crayons à papier et une gomme*

a. Repérer sur le site à étudier, des habitats différents en fonction de la vitesse du courant et du substrat ou des végétaux (courant faible/sable, courant soutenu/végétaux...). Chaque groupe peut prélever dans la rivière des « petites bêtes aquatiques ». Il est impératif de bien remettre en place ensuite tous les cailloux déplacés.

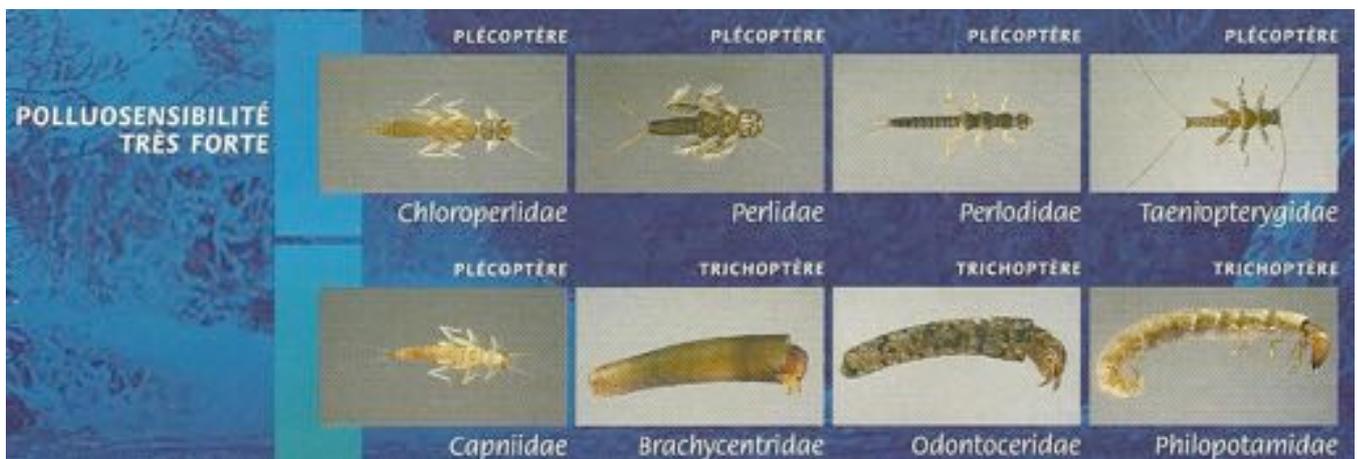
Noter pour chaque animal le lieu où il a été découvert (sable ? sous ou sur un caillou ? ...).

b. Identifier ensuite chaque animal en le comparant aux dessins des fiches ; noter son nom, là où il a été prélevé.

c. Effectuer un comptage rapide permettant de voir quelles espèces sont les plus représentées.

d. A l'aide de la planche plastifiée, quel regard peut-on avoir sur la qualité de l'eau de cette rivière ?

e. La synthèse collective devra faire apparaître que le degré de pollution peut être évalué en identifiant les espèces qui peuplent les sédiments du fond.



Ressource : [http://reseaucoleetnature.org/activites?tid\\_5%5B%5D=13&approche=All&public=111&keys=](http://reseaucoleetnature.org/activites?tid_5%5B%5D=13&approche=All&public=111&keys=)

## Des moyens d'actions – Éducation au développement durable

Nous connaissons ce que l'entreprise des Ancizes a mis en place pour limiter la pollution de l'eau. Et nous, que peut-on faire ? Comment chacun peut-il agir ?

### 1- Les ressources en eau dans le monde

#### Objectif :

→ sensibiliser les enfants à l'inégale répartition de l'eau potable dans le monde.

#### Matériel :

- gobelets en plastique
- de l'eau
- de la terre
- du savon liquide
- du sel

**Mise en situation :** Le groupe d'enfants représente la population mondiale.

#### Manipulation :

Le maître invite les enfants à boire un coup, seulement :

- 60% des enfants auront de l'eau dans leur verre,
- 20% des enfants auront de l'eau « polluée » (avec de la terre, du sel ou du produit vaisselle)
- et 20% des enfants auront des verres vides.

Ceci permet aux enfants de comprendre la répartition et le manque d'eau dans le monde.

Suite à cette comparaison, les enfants devront essayer de savoir pourquoi chez eux il n'y a pas de pénurie d'eau et pourquoi elle est potable la majeure partie du temps.

L'enfant doit essayer de comprendre pourquoi certaines personnes manquent d'eau : la différence de climat ; la surpopulation ; le manque d'argent ; la différence géographique

Chacun donne son explication à tour de rôle.

#### Conclusion :

Il y a trois principaux problèmes :

- La mauvaise répartition de l'eau sur la planète Terre, ce qui entraîne un manque d'eau pour certaines populations ;
- La sur-pollution de l'eau ;
- La sur-exploitation de l'eau.

En France nous subissons moins ce genre de problème liés à l'eau grâce :

- aux traitements de l'eau (station de traitement et station d'épuration)
- au relief géographique de certaines régions (les montagnes, chaîne de volcans)

## 2- La répartition de l'eau dans le monde

### Objectifs :

- ➔ Visualiser comment est réparti l'accès à l'eau potable dans le monde.
- ➔ Prendre conscience de la nécessité, aujourd'hui, de limiter notre consommation d'eau.

### Matériel :

- un gobelet par élève
- un planisphère pour la classe
- tableau ci-dessous

### Déroulement :

#### Première étape : répartition de la population

➔ Dans un premier temps, le maître annonce aux élèves qu'ils doivent se répartir par continents (en distinguant Amérique du Nord et Amérique du Sud), en respectant les proportions (nombre d'habitants) telles qu'ils les imaginent. Cette répartition peut être matérialisée dans l'espace (une table par continent, ou autre).

➔ Ensuite, il donne la répartition exacte de la population, et sa correspondance dans la classe (cf tableau ci-dessous). Un représentant de chaque continent vient coller sur le planisphère de la classe des symboles représentant le nombre d'habitants (autant de bonshommes que d'élèves dans le groupe).

Continent	Population (en millions d'habitants) en 2017	Population (% de la population mondiale)	Nombre d'élèves (pour une classe de 25 élèves)
Afrique	1260	17 %	4
Amérique du Nord	362	5 %	1
Amérique du Sud	647	7 %	2
Asie	4 517	60 %	15
Europe	744	10 %	3
Océanie	41	1 %	0

Source : <https://www.coalition-eau.org/wp-content/uploads/rapport-jmp-2019.pdf>

- Les nombres d'élèves sont arrondis à l'entier le plus proche.

- L'Océanie n'est pas représentée, en raison de sa très faible population (1 % de la population mondiale = 0,25 élève pour une classe de 25 !).

#### Deuxième étape : l'accès à l'eau potable

- ➔ On procède de la même façon pour l'accès à l'eau potable, représenté par des verres d'eau (on distribue un nombre de verres proportionnel aux ressources en eau de chaque continent, et on affiche les symboles correspondants sur le planisphère). Les données utiles sont listées ci-dessous :

Continent	Ressources en eau renouvelable chaque année (km <sup>3</sup> /an) en 2016	Ressources en eau douce (% des ressources mondiales)	Nombre de verres d'eau (pour une classe de 25 élèves)
Afrique	3936	9 %	2
Amérique du Nord	6253	14 %	3
Amérique du Sud et Caraïbes	13570	31 %	8
Asie	11594	27 %	7
Europe	6603	15 %	4
Océanie	1703	4 %	1

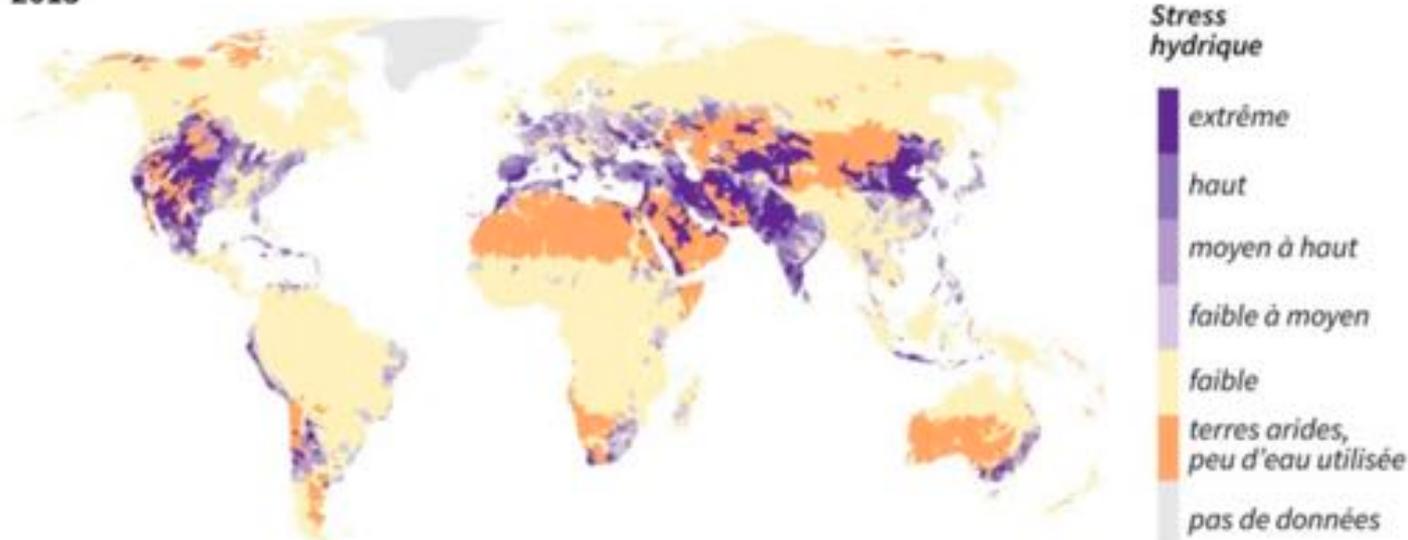
Source : FAO 2016 - <http://eduterre.ens-lyon.fr/ressources/scenario1/planetebleue/savoir-plus1>

- Les nombres de verres d'eau sont en général arrondis à l'entier le plus proche...mais pas toujours ! Dans le tableau ci-dessus, il aurait fallu arrondir à 4 le nombre de verres pour l'Amérique du Nord (3,5). Nous aurions alors obtenu un nombre total d'élèves supérieur au nombre d'élèves de la classe (26 au lieu de 25). On a donc arrondi le nombre 3,5 à l'entier inférieur (3). Cela n'est pas un problème dans la mesure où seuls les ordres de grandeur nous intéressent ici.

#### Discussion et conclusion

→ Le planisphère montre de façon synthétique comment se répartissent les populations et l'accès à l'eau. Le maître explique que la population augmente plus rapidement dans les pays pauvres, ce qui accroît les inégalités déjà constatées. Un exemple de conclusion pouvant être notée dans le cahier est : Nous constatons que l'eau potable n'est pas répartie de façon équitable. En 2050, d'après les estimations de l'ONU, nous serons 9,7 milliards d'habitants contre 7,7 milliards aujourd'hui. Pour que chacun vive mieux, nous devons consommer moins d'eau. Une telle conclusion contient des données factuelles objectives, qui conduisent à des engagements ne relevant plus de la science mais de choix raisonnés éthiques et politiques (opinion, parlements...).

#### Stress hydrique : différence entre les prélèvements en eau et les apports naturels, par région 2015



Source : <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/14390/s-quence-2-limpact-de-l-habitat-sur-l-environnement>

### 3- Comment faire pour consommer moins d'eau ?

Plusieurs pistes de travail sont possibles.

→ Reconstituer une journée type en faisant attention à l'usage de l'eau : le gaspillage.

Les élèves vont s'intéresser à l'utilisation de l'eau dans l'habitat, en commençant par relever, pièce par pièce, quels sont les points d'eau, les appareils branchés sur l'arrivée d'eau, les rejets dans les eaux usées... Il ne faudra pas oublier de comptabiliser certains branchements qui ne se voient pas forcément au premier coup d'œil, comme l'arrosage du jardin, par exemple.

→ Calculer la consommation de l'eau à la maison, à l'école (petit problème mathématique) ainsi que son coût.

→ Pour toutes ces utilisations, a-t-on toujours besoin que l'eau soit potable ?

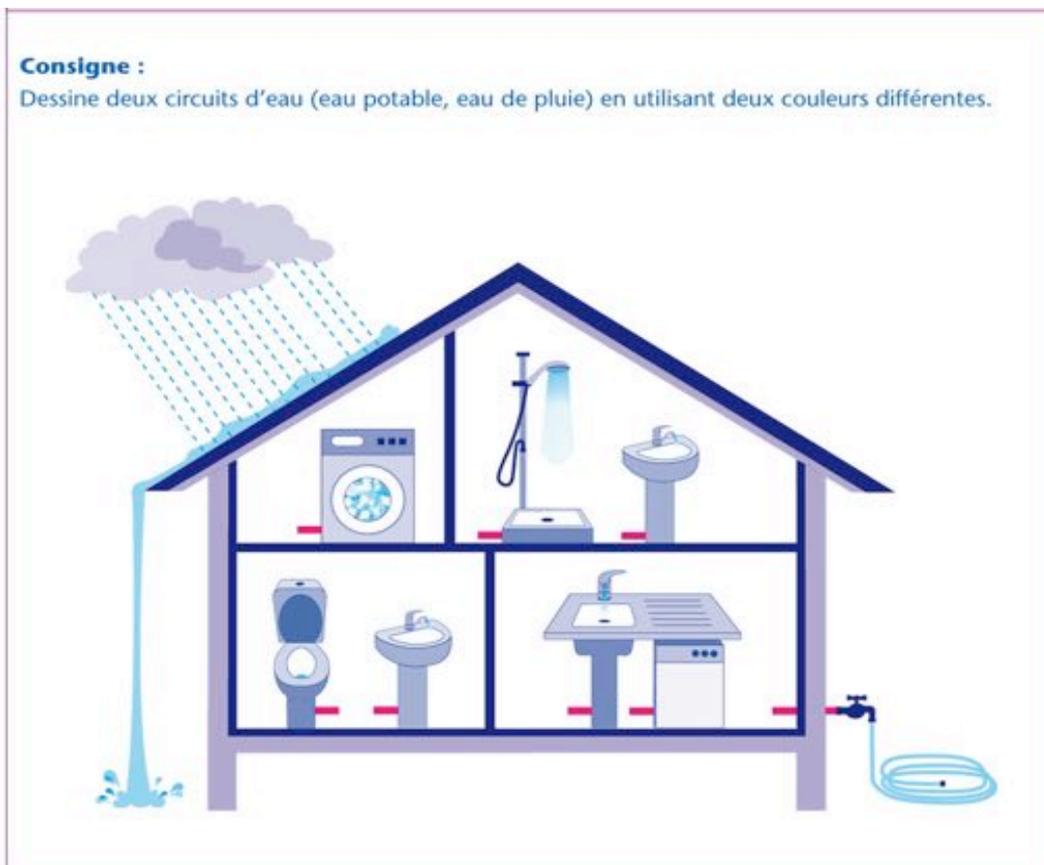
On conclut que l'eau utilisée pour l'arrosage du jardin, le lavage de la voiture, les toilettes... n'a pas besoin d'être potable. En revanche, il faut de l'eau potable pour les utilisations sanitaires : boire, cuisiner, faire la vaisselle, se laver.

Note : En France, la réglementation oblige d'utiliser de l'eau de ville (potable en général) pour l'alimentation, la vaisselle, le bain et la douche. L'eau de pluie peut être utilisée dans tous les autres cas, en particulier le lavage du linge (mais pas de la vaisselle).

→ Recherche : Quelle solution simple pourrait-on mettre en place ?

Peut-on imaginer plusieurs circuits d'eau pour les différents usages ? Où peut-on trouver de l'eau douce, autrement qu'au robinet ?

La récupération des eaux de pluie est facilement évoquée. On peut utiliser alors la représentation d'une maison en coupe avec différents points d'eau. Chacun dessine alors les deux circuits d'eau (eau de pluie récupérée, eau potable distribuée par la ville), en prenant garde de relier les bons appareils aux bons circuits.



→ Mise en commun

L'enseignant veille à ce que les élèves prennent conscience qu'un traitement élémentaire de l'eau de pluie est nécessaire. Par exemple, il faut installer des filtres pour que l'eau ne transporte pas de résidus solides (terre, cailloux, feuilles...).

Cette mise en commun est également l'occasion de revenir sur le devenir des eaux souillées (excréments, restes alimentaires, produits de nettoyage...) et la nécessité de dépolluer ces eaux avant de les rejeter dans la nature.

Il est donc important de veiller à limiter les pollutions domestiques. Parmi les gestes à adopter, on trouve par exemple : jeter les peintures, huiles... à la déchetterie plutôt que dans les égouts, utiliser des produits d'entretien moins polluants et en moins grande quantité.

→ Des gestes au quotidien pour consommer moins : mettre en place une charte du bon consommateur d'eau à l'école et à la maison.

**Pour préserver les ressources en eau, on doit éviter le gaspillage (fermer les robinets, prendre des douches plutôt que des bains) et utiliser le moins possible de produits polluants. On peut également récupérer les eaux de pluie, utilisables pour les toilettes, la lessive, le jardinage.**

Ressource : <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/9500/s%C3%A9quence-4-leau-dans-lhabitat>

**Prolongement multimédia :**

Dans cette animation multimédia, conçue par La main à la pâte et la Cité des sciences, l'enfant identifie, dans un premier temps, tous les postes de consommation d'eau dans la maison, puis il installe un circuit de récupération des eaux de pluie.



[http://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/ecohabitat/animations/version\\_modulaire/module4/home.swf](http://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/ecohabitat/animations/version_modulaire/module4/home.swf)

## ANNEXES

### L'eau de la planète

Plus de 97 % de l'eau est salée et seule 0,1% d'eau douce est disponible à la surface des terres. Cette petite expérience permettra de visualiser les quantités d'eau de la planète.

#### Objectifs

- Visualiser la quantité d'eau de notre planète.
- Prendre conscience des limites de cette ressource non renouvelable.

#### Matériel

- 4 récipients d'une contenance de : 10 litres (un seau), 3dl (une canette métallique), 2dl (une briquette de jus de fruits), 96 ml (le contenant d'un célèbre yaourt à boire).
- Une cuillère à café.
- Une pipette.
- Un décilitre (ou un verre doseur).
- Du sable ou de la terre.

#### Déroulement

→ Remplir le seau avec 10 litres d'eau, en retirer 3 dl (canette), saler les 9,7 litres représentant l'eau de mer.

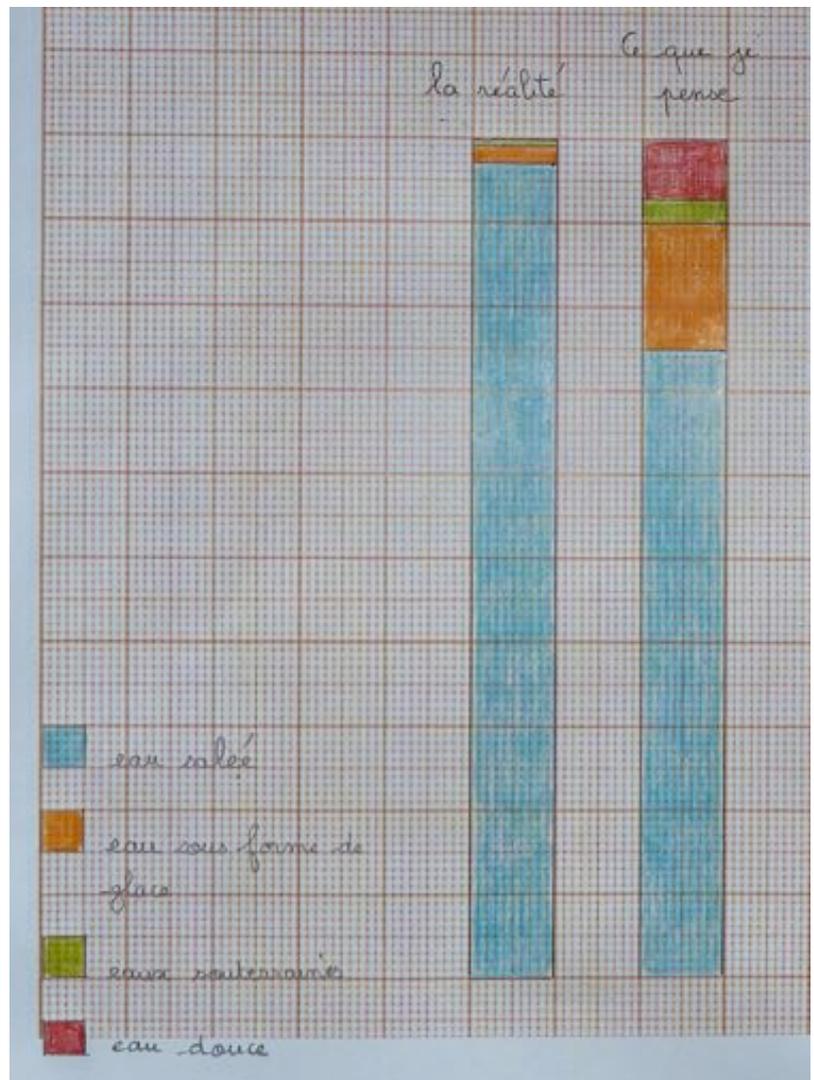
→ Prélever 2 des 3 dl dans la briquette et le mettre au congélateur : ce seront les eaux des glaciers.

→ Remplir avec le contenu restant de la canette, le petit pot de yaourt à boire (96 ml) et le verser dans un récipient qui contient du sable ou de la terre : ce sont les eaux souterraines.

→ Verser ce qu'il reste au fond de la canette dans une petite cuillère ; cela représente l'eau douce de surface, et les nuages...

→ Lancer une discussion ouverte sur ce que peut représenter cette manipulation, en donnant des affirmations.

- la quantité d'eau à disposition sur la Terre demeure la même.
- nous buvons la même eau que nos ancêtres, nos descendants boiront la même eau que nous.
- chaque goutte d'eau dans son itinéraire est un jour salée, potable ou polluée, sous forme de glace ou de vapeur d'eau.



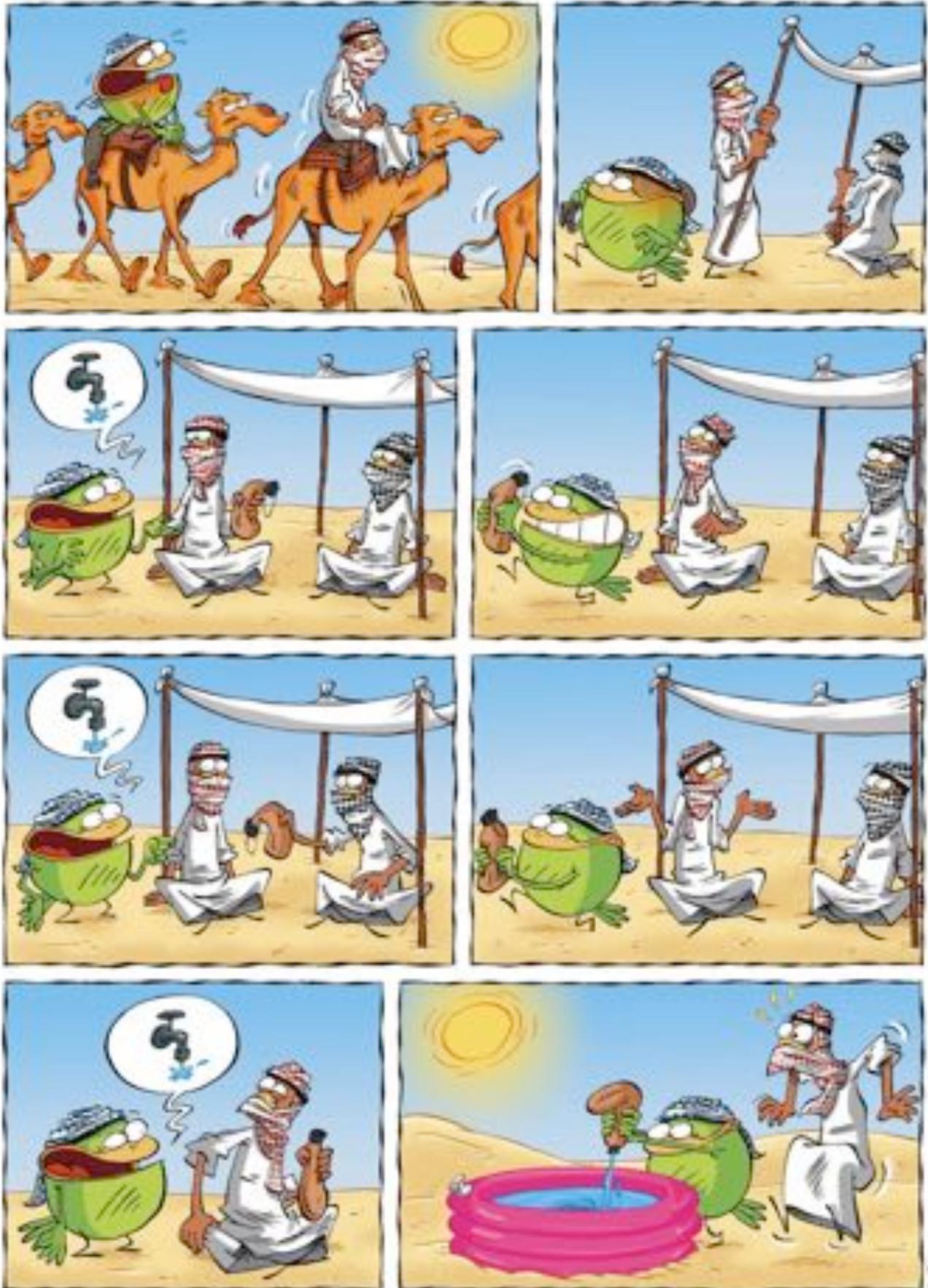
**Ressource** : Fiche d'activité mise en ligne le ven 16 avr. 2010, par Equipe Ecole et Nature : <http://reseaucoleetnature.org/node/3948>

## Fiche de recherche

Exemple de fiche  
Pour aider l'élève à préparer et réaliser une recherche

<p><b>Rappel du problème</b> Écris ce que je me pose comme question.</p> 	
<p><b>Les hypothèses</b> Écris ce que je pense (oui ou non, pourquoi)</p> 	
<p><b>Ce que je compte faire</b></p>  <p>J'écris des phrases pour expliquer ET je fais des schémas pour illustrer</p>	
<p>Écris la liste du matériel qu'il me faut pour réaliser ma recherche</p>	
<p><b>Résultats</b> Ce que je constate</p> 	
<p><b>Interprétation</b> Écris si mon hypothèse est vérifiée</p> 	

Ateliers didactiques Sciences de la Loire



© 2013  
All rights reserved