



Sciences
de la vie

Niveau : facile



Durée :
20 min

LES POLLUTIONS INVISIBLES

Dans cette expérience, nous allons tester une eau d'aspect ordinaire à l'aide de produits du quotidien et réaliser des réactions chimiques pour mieux comprendre les phénomènes de pollutions invisibles dans nos cours d'eau.



Établissement public, du ministère
chargé du développement durable

les petits
débrouillards



.....
Une eau transparente et sans odeur est-elle forcément une eau propre ?
.....

Cette fiche expérience s'intègre dans le Parcours 2 : Problématiques. Elle est réalisée dans le cadre d'un partenariat avec l'agence de l'eau Loire - Bretagne.

Pollution

Microscopique

Eau



TU AS BESOIN DE...

Bocal en verre
.....

Vinaigre blanc
.....

Bouilloire
.....

Bicarbonate
.....

Encre effaçable (cartouche)
.....

Eau
.....

Cuillère à café
.....



ÉTAPES DU PROTOCOLE DE L'EXPÉRIENCE

1

RÉUNIR LE MATÉRIEL

2

PRÉPARER «L'EAU MYSTÈRE»

Faire chauffer de l'eau à l'aide de la bouilloire avant de la verser dans le bocal.



Attention à utiliser un bocal supportant les fortes températures, comme par exemple un pot de confiture vide.

Percer la cartouche d'encre effaçable, la vider dans le bocal d'eau très chaude, puis remuer à l'aide de la petite cuillère.

Que se passe-t-il ?



À répéter
autant de fois
que nécessaire !

3

RÉALISER L'EXPÉRIENCE

Ajouter un peu de **vinaigre** dans le bocal.
Que remarque-t-on ?

Que se passe-t-il si l'on ajoute à nouveau du **bicarbonate** et qu'on mélange le tout ?



COMMENT ÇA MARCHE ?



OBSERVATIONS

- Sous l'effet de **l'eau chaude**, on obtient **un liquide transparent**, l'encre n'est plus visible ;
- Quand on ajoute du **vinaigre** au mélange, **la couleur de l'encre réapparaît** ;
- Si l'on ajoute du **bicarbonate**, la couleur **disparaît à nouveau**.



Qu'est-ce qui pourrait faire rater l'expérience ?

Il est très important d'utiliser de l'encre effaçable (cette propriété est indiquée sur l'emballage).

EXPLICATIONS

On appelle **pigments**, les éléments qui donnent leurs **couleurs** à des produits comme **l'encre**. Dans cette expérience, en ajoutant de l'eau chaude, on a transformé le pigment bleu de l'encre, en le rendant **incolore**.

Ce pigment change de couleur selon **l'acidité** : quand on ajoute un produit acide comme le vinaigre, le mélange devient acide, et le pigment redevient bleu. En ajoutant du bicarbonate, qui est **basique** (le contraire d'acide en chimie), le mélange finit lui aussi par devenir basique et le pigment redevient donc incolore.

PLUS D'EXPLICATIONS

La molécule du pigment qui colore l'encre a été modifiée par **l'eau chaude**, le mélange est alors devenu **incolore** grâce à la forme **basique** de l'eau. L'eau est **ampholyte**, c'est-à-dire qu'elle se comporte en **acide** en présence de **base**, et en **base** en présence d'**acide**. Ici, le pigment est un acide, donc l'eau adopte un comportement basique et fait disparaître la couleur bleue en modifiant la molécule du pigment.

L'eau chaude accélère la réaction. Sans chaleur, la réaction serait beaucoup plus longue. Ici, la **chaleur** est donc un catalyseur.

Dans cette expérience, les molécules modifiées sont sensibles au **pH** (c'est-à-dire à l'acidité du milieu). Quand on ajoute le **vinaigre**, la solution devient **acide**, et les molécules subissent une nouvelle **transformation** : elles reprennent leur état d'origine et le mélange est à nouveau bleu.

Quand on ajoute un produit basique comme ici le **bicarbonate** de sodium, il réagit avec le mélange et fait disparaître la couleur de l'encre à nouveau, car on **neutralise** l'acidité du vinaigre. On obtient ainsi **une solution basique**, ce qui provoque la disparition de la couleur bleue.

Si on ajoute encore du **vinaigre**, il va se trouver en plus grande quantité que le bicarbonate de sodium (il n'y a plus assez de bicarbonate de sodium pour « occuper » tout le vinaigre). Le vinaigre va donc une fois de plus réagir avec la molécule modifiée, qui retrouvera son état d'origine et va encore colorer le mélange en bleu.

La composition des encres bleues effaçables est souvent secrète, et diffère selon les marques. Leur couleur bleue est obtenue avec des **dérivés d'aniline**, notamment le bleu d'aniline. Les effaceurs vendus dans le commerce contiennent du **bisulfite de sodium**, qui réagit avec le bleu d'aniline en formant un produit incolore. Il s'agit d'**une réaction d'oxydo-réduction**.

Cette expérience montre que **tous les produits contenus dans l'eau ne sont pas forcément visibles**. C'est notamment le cas de nombreux **polluants**, que l'on ne peut détecter qu'en réalisant des **analyses**. Certains produits, qu'on appelle des **réactifs**, révèlent la présence de polluants invisibles en provoquant **une réaction chimique qui colore l'eau**.



APPLICATIONS DANS LA VIE DE TOUS LES JOURS :

Chacun d'entre nous possède **une multitude de produits pour des utilisations différentes**. Avant de les utiliser ou de les mélanger, il est important de **connaître leur composition et les réactions qu'ils peuvent créer**.

Le **vinaigre** est un bon exemple, on peut l'utiliser de nombreuses manières : pour le ménage, en cuisine... Il peut servir à enlever des taches, mais doit être utilisé **avec précautions**, car il fait **blanchir** certaines surfaces comme le granit.

Un grand nombre d'**éléments invisibles** peuvent être présents dans **nos cours d'eau**, et certains sont très **polluants**. Pourtant, la plupart du temps, on pourrait croire que l'eau est « propre » lorsqu'on l'observe à l'œil nu. Cependant, si l'on examine l'eau au microscope, ou qu'on réalise des analyses, on peut souvent s'apercevoir que l'eau n'est pas aussi propre qu'elle n'en a l'air.

La pollution de l'eau est présente sur toute la surface de la Terre et touche l'eau **sous toutes ses formes** (cours d'eau, océans, pluie, neige, glaces polaires...).

Une activité ou un produit de l'activité humaine qui libère des produits dangereux pour l'environnement ou la santé est appelé une **source de pollution**.

LES PRINCIPALES SOURCES DE POLLUTION DE L'EAU

La pollution domestique

Elle provient des **habitations et des bâtiments collectifs** (écoles, commerces, hôpitaux...). En moyenne sur la planète, un habitant consomme **137 L d'eau par jour***, dont la quasi-totalité est **rejetée**. Ce sont des eaux usées issues de la cuisine, de la salle de bain mais également des toilettes. Elles contiennent de nombreux **polluants** : des graisses, savons, détergents, matières en suspension, matières organiques ou minérales dissoutes, et plusieurs milliards de bactéries.

Les **déchets ménagers** font aussi partie de la **pollution domestique**. Un français jette environ **1 kg de déchets par jour**** (plastiques, métaux, piles, ampoules...). Leur rejet dans la **nature** pollue les **rivières** et les **nappes souterraines**. Par exemple, une bouteille plastique peut mettre jusqu'à 1000 ans à se dégrader, et pollue la nature pendant toute sa durée de vie.

La pollution agricole

Elle représente **la première source de pollution des ressources en eau**. Les pollutions agricoles regroupent les pollutions liées à la **culture**, mais également à **l'élevage**. Les principales sources de pollution sont les **engrais**, les **lisiers** et les **purins d'élevage** ainsi que les **produits phytosanitaires**. Les engrais utilisés par l'agriculture contiennent de l'azote, et ses dérivés les nitrites et les nitrates. À l'échelle nationale, **l'agriculture** représente **33 à 66 % de la pollution en azote de l'eau**.

La pollution industrielle

Les pollutions liées aux **industries** et les polluants qu'elles génèrent varient beaucoup en fonction du **type d'activités**. Les principales industries produisant des polluants sont les **usines agroalimentaires** (matières organiques, graisses), les usines de **fabrication de papier**, la **chimie** et l'industrie du **cuir** (divers produits chimiques), la **métallurgie** et les **traitements des surfaces** (métaux), le **transport** (hydrocarbures), les **centrales nucléaires** (déchets radioactifs et eaux chaudes utilisées dans les circuits de refroidissement).

LES PRINCIPAUX TYPES DE POLLUANTS

Les matières organiques ont durant très longtemps constitué les principaux polluants des milieux aquatiques. Elles proviennent des **déchets domestiques** (ordures ménagères, excréments), agricoles (lisiers) ou industriels (papeterie, tanneries, abattoirs, laiteries, ...). Leur présence peut, en forte concentration, engendrer une asphyxie de la faune aquatique (manque d'oxygène), qui menace particulièrement les poissons.

Les hydrocarbures sont présents dans les rejets des **usines, garages** et **stations-services**, et dans l'eau qui ruisselle sur les **routes**. En trop grande quantité, ils peuvent s'avérer très toxiques pour la faune et la flore aquatiques. Les pollutions aux hydrocarbures ne sont malheureusement pas rares. Plusieurs fois par an, le milieu marin subit des marées noires dues aux accidents ou aux rejets (parfois volontaires) d'hydrocarbures par des navires pétroliers.

La pollution métallique est un problème très préoccupant, en raison de sa **toxicité** et de son accumulation dans **la chaîne alimentaire** : un humain qui consomme un poisson contaminé accumule non seulement les métaux contenus dans ce poisson mais également ceux contenus dans les proies que celui-ci avait mangées auparavant. Les métaux qui peuvent polluer l'eau, tels que **l'aluminium, l'arsenic, le chrome, le cuivre, et les métaux lourds (mercure, plomb...)**, sont très dangereux pour **la santé humaine**. Ils proviennent des **rejets d'usines**, de **l'épandage** sur les sols agricoles, des boues de **stations d'épuration**, des eaux de ruissellement, et ne sont pas biodégradables.

La pollution chimique provient de l'insuffisance des stations d'épurations, de l'absence des **réseaux d'assainissement**, du lessivage des sols, des

* selon l'UNICEF en 2022

** selon l'ADEME en 2022

ruissellement de la pluie sur la route et les toits des industries. Depuis le début des années 1950, de nombreuses régions industrielles subissent des **pluies acides** dues à la **pollution de l'air par des gaz et des particules**. Ces pluies endommagent fortement les forêts, les sols, les lacs et les rivières.

La pollution thermique est de plus en plus présente. Elle est causée par les **eaux de refroidissement** de certaines **industries**. L'eau est pompée dans les cours d'eau ou dans le milieu marin, puis rejetée avec une température plus élevée de 4 à 5°C. Cela déséquilibre le milieu naturel et la vie des espèces aquatiques (reproduction perturbée, prolifération d'espèces nuisibles...).

La pollution radioactive est rare, mais des **accidents nucléaires** comme celui survenu dans la centrale de Tchernobyl en 1986 peuvent avoir des conséquences désastreuses sur la santé humaine et l'environnement.

ÉVALUER LA QUALITÉ D'UNE EAU

On note **la qualité d'une eau** à l'aide de tableaux de **critères** dont la qualité est représentée par **5 couleurs** :



- Le **bleu** indique que l'eau est de **très bonne qualité** ;
- Le **vert** indique que l'eau est de **bonne qualité** ;
- Le **jaune** indique que l'eau est de **qualité moyenne** ;
- Le **rose** indique que l'eau est de **mauvaise qualité** ;
- Le **rouge** indique que l'eau est de **très mauvaise qualité**.

Les études de la qualité des eaux se composent de trois parties : **l'échantillonnage** (c'est le prélèvement de l'eau), **l'analyse** et **l'interprétation des résultats**.

Pour déterminer la **pollution chimique et physique**, on utilise la méthode du **SEQ'eau**, basée sur les **paramètres chimiques** (concentration en nitrites, nitrates, ammonium et phosphates), et **physiques** (température, pH, conductivité, salinité, taux d'oxygène...). On compare les résultats à un tableau de référence, où la **qualité** est représentée par une **couleur**.

Pour évaluer la **qualité globale d'une eau**, on considère le paramètre dont la qualité est la plus mauvaise. En général, il s'agit de la concentration en nitrates.

Il existe également des méthodes d'**analyses biologiques** pour mesurer la pollution de l'eau. **L'IBGN** (Indice Biologique Global Normalisé) se base sur la **diversité** et les **espèces de macro-invertébrés** présents dans l'eau. **L'IPR** (Indice Poisson Rivière), **l'Indice Biologique Diatomées**, **l'Indice macrophytes** sont également des méthodes d'analyses biologiques de l'eau qui se basent sur la présence d'organismes vivants appelés « **bioindicateurs** ».

Les méthodes **microbiologiques** permettent de déterminer la **concentration en micro-organismes** qui peuvent causer des **maladies** : virus, bactéries, ou champignons, nombreux dans les eaux de notre planète. Les **bactéries** susceptibles de provoquer des maladies, comme Pseudomonas, Escherichia coli ou Legionella figurent parmi les micro-organismes les plus recherchés.

PISTES POUR ANIMER L'EXPÉRIENCE

(éléments de mise en scène, dynamique de groupe, gestion de l'espace, du temps...):

L'animateur·trice peut présenter cette expérience en mode «**Défi, trouver l'eau «propre»**» :

Parmi **3 échantillons** (une bouteille contenant de l'eau, une bouteille contenant un mélange d'eau et d'encre déjà invisible, une bouteille contenant un mélange d'eau et de vinaigre en grande quantité), le défi est de **retrouver l'eau qui contient le moins d'éléments polluants**, autrement dit la plus « propre » et la plus adaptée pour abriter des organismes aquatiques.

On mettra à disposition des participants des bocaux et différents produits pour **observer les réactions du liquide à tester**. Parmi ces produits, on peut proposer un ou plusieurs **acides** qui révéleront la présence de l'encre en faisant réapparaître la couleur bleue : le vinaigre, mais aussi du jus de citron par exemple. On peut également mettre à disposition quelques petits **coquillages**, qui provoqueront une formation de bulles au contact de l'eau vinaigrée (et finiront par se dissoudre, ce qui indique l'acidité de l'eau), cela permet de conclure que des organismes (ici des coquillages) ne pourraient sans doute pas vivre dans ce milieu.

Il est également intéressant de proposer aux participants **des produits qui n'auront pas d'effet** sur les trois eaux à tester (comme du sucre ou du sel), afin qu'ils identifient avec méthode

quels sont les produits qui provoquent une réaction et permettent de révéler ou de soupçonner la présence d'éléments « polluants » contenus dans l'eau.

Mettre à disposition du **bicarbonate de sodium** permet d'observer que la réaction qui fait apparaître l'encre est **réversible si l'on augmente le pH** (autrement dit qu'on ajoute un produit basique) de l'eau. Cette réaction peut être complète si l'on ajoute de l'eau chaude ou que l'on chauffe l'eau testée, car, comme cela a été expliqué plus haut, la chaleur joue le rôle de catalyseur pour cette réaction.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Comprendre l'impact d'un produit sur les molécules et la notion de réaction chimique
Illustrer les réactions acides-bases et montrer qu'elles sont réversibles

Montrer qu'un produit peut être présent dans l'eau sans être visible, et faire le lien avec les différentes pollutions de l'eau

les petits débrouillards



Établissement public du ministère
chargé du développement durable

SOURCES ET RESSOURCES (des liens pour comprendre) :

Wikipédia : Chlorophytum Comosum, Biocide

<http://atchimiebiologie.free.fr/effaceur/effaceur.html>

Youtube : Jus de citron N°1 : Qu'est-ce qui fait changer la couleur du chou rouge ?



Cette fiche est réalisée dans le cadre d'un partenariat
avec l'Agence de l'Eau Loire - Bretagne.