



Science de la Terre

Niveau : facile



Durée : 20 min

LA FILTRATION DE L'EAU PAR LE SOL

Cette expérience permet d'observer simplement le principe de filtration de l'eau par différents matériaux et de faire le lien avec la filtration naturelle de l'eau par les sols et les zones humides.



Établissement public du ministère chargé du développement durable





.....

L'eau qui coule sur la terre, dans les rivières, sur les parkings ou dans les champs ne donne pas envie de la boire. Elle est souvent pleine de terre, d'huile de voiture ou de produits chimiques agricoles. Pourtant, l'eau que l'on récupère dans les nappes phréatiques (dans le sol) est souvent propre. Nous allons voir pourquoi cette eau est propre et comment cela fonctionne.

Cette fiche expérience s'intègre dans le Parcours 1 : Fonctionnement d'un bassin versant. Elle est réalisée dans le cadre d'un partenariat avec l'agence de l'eau Loire - Bretagne.

.....



TU AS BESOIN DE...

3 bouteilles en plastique transparent et au bouchon peu épais, (bouteilles d'eau)

.....

Grand bocal ou autre récipient

.....

Grande cuillère

.....

Ciseaux

.....

Vis ou vrille

.....

Eau

.....

Sable, gravier, terre

.....

Brindilles, herbe

.....

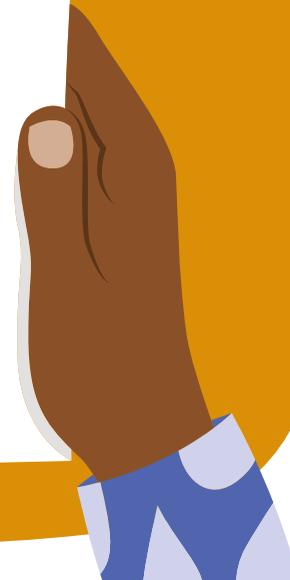
Tout petits cailloux ou perles

.....

Colorant ou encre

.....

Optionnel : charbon actif, liquide odorant (fleur d'orange par exemple) ou vinaigre



ÉTAPES DU PROTOCOLE DE L'EXPÉRIENCE

À répéter
autant de fois
que nécessaire !

1

PRÉPARATION DU MATÉRIEL

- ◆ Préparer une eau « sale » dans le grand bocal en y ajoutant de l'eau, de la terre (environ une cuillère à soupe par litre d'eau), des brindilles ou de l'herbe, de petits gravillons et/ou des perles. Ajouter quelques gouttes de colorant ou d'encre et quelques gouttes d'un produit odorant comme la fleur d'oranger. Mélanger.
- ◆ Couper en deux les bouteilles, conserver les deux parties.
- ◆ Percer les bouchons de ces 3 demi-bouteilles avec plusieurs grands trous à l'aide de la vis. On obtient des entonnoirs. Percer le dernier bouchon de trous plus petits.



1

- ◆ Poser chaque entonnoir, bouchon vers le bas, sur l'autre moitié restante de chaque bouteille (celle avec le culot).
- ◆ Remplir à moitié le premier entonnoir de gravier.
- ◆ Remplir à moitié le deuxième entonnoir de sable fin.
- ◆ Remplir à moitié le troisième entonnoir de charbon actif.

2

LANCER L'EXPÉRIENCE

- ◆ Verser la même quantité d'eau « sale » dans les trois entonnoirs et observer.
- ◆ Après avoir attendu que l'eau s'écoule, comparer le résultat pour chaque entonnoir, en regardant l'eau obtenue à la lumière, et en sentant le contenu du fond de bouteille. Vider le fond de bouteille situé sous l'entonnoir de charbon actif s'il est très rempli.
- ◆ Prendre l'entonnoir contenant le sable pour le fixer au dessus de l'entonnoir de charbon actif, puis fixer l'entonnoir contenant le gravier par dessus les deux premiers.
- ◆ Verser de l'eau « sale » dans l'entonnoir d'en haut et observer.



COMMENT ÇA MARCHE ?

OBSERVATIONS

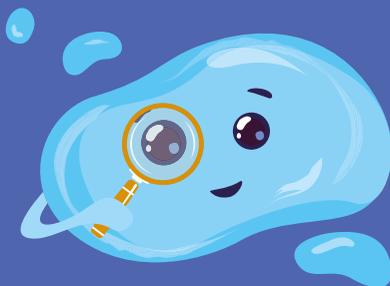
Que voit-on ?

Les débris les plus grossiers comme les brindilles et les plus gros cailloux sont bloqués par le filtre à gravier, le filtre à sable et le charbon actif.

Le filtre à gravier laisse par contre passer la terre, le colorant et les odeurs. **Le filtre à sable** piège aussi en grande partie la terre, on voit que l'eau qui en sort est plus limpide. Quant au **charbon actif**, il ne piège pas la terre mais élimine une partie du colorant et des odeurs, même si c'est un peu plus difficile à distinguer.

Lorsque l'on superpose les filtres, les graviers en haut, puis le sable, puis le charbon actif, on élimine mieux les différents types de « polluants ».

N.B : vérifier que certains éléments ne se retrouvent pas bloqués au niveau des bouchons percés. Dans ce cas il faut considérer qu'ils n'ont pas été arrêtés par le matériau filtrant testé, mais simplement que les trous pratiqués dans le bouchons auraient dû être un peu plus gros (sans pour autant laisser passer les matériaux qui constituent le filtre !).



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

Les **trous percés** dans le bouchon de la bouteille contenant le sable ne doivent **pas être trop grands**, sinon le sable risque de passer à travers. S'il est trop tard et que le sable traverse le bouchon en trop grande quantité, ajouter un petit morceau de gaze (compresse) ou de papier absorbant dans le bouchon, sous la couche de sable. Cela ajoute un **élément filtrant** qui aura aussi un effet mécanique. Celui-ci ne devrait pas perturber le résultat de l'expérience, puisque la plupart des petits éléments contenus dans l'eau sont déjà bloqués par le sable situé au dessus tout en laissant passer les éléments dissous comme le colorant et les odeurs.

Le charbon actif contient souvent une fine poussière de charbon, qui peut assombrir l'eau filtrée et rendre plus difficile d'observer le résultat lors d'une première utilisation. **On peut rincer le charbon actif à l'eau claire pour éliminer l'essentiel de cette poussière avant de réaliser l'expérience.**

Ne pas mettre trop de « polluants » dans l'eau de départ, il faut pouvoir observer la différence de son degré de transparence entre les filtres. De même, si l'on met trop de colorant ou de produit odorant, on risque de saturer le mélange et de dépasser la capacité de nos « filtres » artisanaux.

EXPLICATIONS

Les **graviers** offrent un **obstacle limité au passage de l'eau** car il reste de grands espaces entre eux, où l'eau et une grande partie de ses éléments polluants peuvent passer. Ils retiennent donc les plus gros débris.

Le **sable**, constitué de grains très fins, **offre des espaces libres beaucoup plus petits pour le passage de l'eau**, les débris les plus petits seront donc bloqués par la couche de sable.

L'efficacité du **charbon actif** ne tient pas dans la taille des espaces entre ses grains mais dans sa capacité à **piéger certaines substances chimiques**, comme les polluants organiques qui dégradent la couleur et l'odeur de l'eau.

PLUS D'EXPLICATIONS

En plaçant les filtres les uns à la suite des autres, on fait passer l'eau dans des espaces de plus en plus fins pour effectuer une filtration mécanique et se débarrasser des débris des plus gros aux plus petits.

Ce mécanisme de filtration mécanique peut être complété par une filtration chimique, basée sur le principe de l'adsorption : il s'agit de la fixation de certains éléments chimiques à un matériau solide. Ici cette étape de filtration chimique est réalisée avec du charbon actif, qui capture certains polluants organiques : l'odeur du vinaigre et le colorant sont en partie fixés par la couche de charbon actif.

Ajouter un matériau adsorbant permet d'améliorer la filtration car on pourra éliminer plus d'éléments polluants qu'avec la seule filtration mécanique. Plus la couche filtrante est épaisse et plus l'eau mettra du temps à la traverser, donc plus le charbon actif pourra piéger de polluants, et donc mieux l'eau sera nettoyée.



PISTES POUR ANIMER L'EXPÉRIENCE :

Cette expérience peut être par exemple proposée dans une séance consacrée au thème de l'eau, que ce soit pour mieux comprendre le cycle naturel ou le cycle domestique de l'eau (pour les étapes de filtration). Elle peut également s'inscrire dans une animation consacrée aux sols, et/ou aux zones humides.

APPLICATION DANS LA VIE DE TOUS LES JOURS :

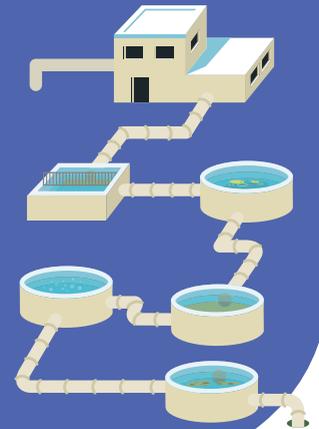
On utilise la filtration notamment dans les usines de production d'eau potable. Le passage de l'eau à travers des grilles puis à travers des filtres à sable aux grains de diamètre de plus en plus petit est une des étapes utilisées pour purifier l'eau et la rendre potable.

Mais avant, on utilise des produits appelés coagulants et flocculants pour agglomérer les particules contenues dans l'eau en « flocons » et les retenir plus facilement.

La filtration n'élimine pas tous les polluants et les bactéries. On effectue donc ensuite une filtration sur membrane aux pores extrêmement petits (nanofiltration) pour éliminer les polluants organiques, par exemple ceux issus des engrais animaux. On procède aussi à une désinfection de l'eau par injection d'ozone ou passage sous des rayons UV, et en utilisant du chlore, pour éliminer les bactéries, qui passent à travers les filtres car elles sont microscopiques.

Ce traitement coûte cher, mais il permet d'avoir de l'eau potable directement au robinet chez nous, ce qui n'est pas le cas dans tous les pays.

C'est pour cela, et aussi parce que nous la salissons et qu'il faudra la nettoyer après nos utilisations à la maison, que nous payons l'eau du robinet en fonction de la quantité que nous utilisons.



La filtration constitue aussi une large part du traitement des eaux usées, dans les stations d'épuration. Les filtres à sable sont également très utilisés dans les piscines, les fermes aquacoles à terre ou l'industrie des boissons, où l'on trouve également des filtres contenant des granulés de terre de diatomée calcinée, matière aux pores très petits, qui constitue donc un excellent matériau de filtration mécanique.

La filtration au charbon actif est très fréquente dans les fontaines à eau ou les carafes filtrantes, elle permet d'éliminer en grande partie les odeurs ou les goûts désagréables causés par certaines molécules parfois présentes dans l'eau (chlore, chloramines, ammoniac...), mais aussi certains composés chimiques toxiques, comme des métaux lourds, des pesticides ou des phénols. On utilise aussi le charbon actif pour filtrer l'air, comme dans les hottes installées dans les cuisines ou les litières pour chats.

Dans la nature, les sols et les zones humides agissent comme des filtres naturels sur les eaux de ruissellement, à la fois par filtration mécanique, chimique et biologique :

- ◆ Ils retiennent les débris à travers les grains qui les constituent (filtration chimique) ;
- ◆ Ils capturent un grand nombre de polluants dissous dans l'eau comme des pesticides, des engrais (nitrates, phosphates...), que certains types de sols tels que l'argile fixent très bien (adsorption : filtration chimique) ;

- ◆ Les plantes et les bactéries qui se développent sur et dans les sols absorbent et transforment une partie de la matière organique et des polluants transportés par l'eau, comme les nitrates, les phosphates, les métaux lourds (filtration biologique).

La capacité des sols à filtrer et stocker l'eau est très différente selon la composition des sols, c'est à dire les proportions des différents matériaux qui les composent (argile, calcaire, sables...), leur granulométrie (taille des grains) et leur épaisseur.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Comprendre le principe de la filtration mécanique*
- Observer que l'infiltration de l'eau dans le sol est différente selon certains contextes*
- Faire le lien entre la filtration de l'eau et sa dépollution, aborder le rôle des plantes et des bactéries dans ce processus*
- Comprendre l'importance des sols, de la biodiversité et des zones humides dans le cycle naturel de l'eau et dans la qualité de l'eau*

les petits débrouillards



Établissement public du ministère
chargé du développement durable

SOURCES ET RESSOURCES (des liens pour comprendre) :

Bodenreise.ch : Les fonctions du sol: le sol filtre notre eau potable

GIS SOL : L'eau dans les sols

SlimplyScience : Comment l'eau de pluie devient-elle de l'eau souterraine propre ?

UCL Louvain : Quand les sols filtrent les eaux usées.



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