



Science de
la Terre

Niveau : facile



Durée :
30 minutes

L'IMPERMÉABILITÉ DES SOLS



Établissement public du ministère
chargé du développement durable

les petits
débrouillards



.....

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.

On a vu sur la maquette de bassin versant que la pluie s'écoule jusqu'à une rivière, puis jusqu'à la mer.

Toute la pluie ? Pas si sûr ! Une partie de l'eau est absorbée par le sol. Le reste, qui s'écoule, est appelé « ruissellement ».

.....

TU AS BESOIN DE...



Éponge

.....

Barquette

.....

Bouteille plastique

.....

Aluminium

.....

Vrille

.....

Paire de ciseaux

.....



ÉTAPES DU PROTOCOLE DE L'EXPÉRIENCE

À répéter
autant de fois
que nécessaire !

1

PRÉPARER LES ÉPONGES

Avant tout, il faut s'assurer que les éponges tiennent dans les barquettes plastiques choisies. Elles n'ont pas besoin d'en occuper tout l'espace, mais c'est mieux si c'est le cas. Si besoin, les découper pour les faire rentrer.

Dans l'idéal, il faudra **2 éponges identiques**. Dans notre expérience, elles représenteront différents sols.

La première devra être **humide**. Pour cela, la plonger dans l'eau puis bien l'essorer.

La deuxième devra être **gorgée d'eau**. Dans ce cas, bien la presser pour chasser l'air et la laisser reprendre sa forme sous l'eau.

Si une **éponge sèche** traîne dans les parages, on peut également l'utiliser. Dans ce cas, ne pas la mouiller avant de débiter l'expérience.

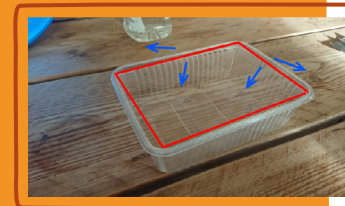
Découper **une feuille de plastique (ou d'aluminium)** à la taille d'une des éponges.

2

PRÉPARER LA BARQUETTE

La barquette plastique servira de **bassin versant**. Il est déjà possible d'identifier ses **limites** : les bords définissent **la ligne de partage des eaux**.

Pour **l'estuaire**, découper une **ouverture** au centre d'un des petits côtés de la barquette. Découper aux ciseaux une petite ouverture (quelques millimètres de largeur) sur chaque barquette.



3

PRÉPARER LA PLUIE

Si une bouteille avec un bouchon percé a déjà été utilisée pour une autre expérience, on peut la récupérer et passer cette étape !

Poser le bouchon sur une table et percer une dizaine de trous en appuyant et tournant avec une vrille, une vis ou un clou. **Plus il y aura de trous, plus la pluie sera efficace !** Ensuite, remplir la bouteille d'eau et remettre le bouchon. On peut également ajouter du colorant alimentaire à l'eau afin de mieux la voir.



4

RÉALISER L'EXPÉRIENCE

Placer l'éponge humide dans la barquette, le plus haut possible si elle n'occupe pas toute la place. Faire pleuvoir dessus et regarder comment se comporte le bassin versant !

Bien observer l'eau. **Est-ce que des changements sont perceptibles avec le temps ?**

Ensuite, remplacer l'éponge humide par celle gorgée d'eau et recommencer l'expérience.

La pluie circule-t-elle de la même façon sur chaque éponge ? Existe-t-il des cas où le bassin s'inonde, voir déborde ?

Si une éponge desséchée est disponible, la comparer avec les deux précédentes. Que remarque-t-on ?

Recommencer l'expérience en plaçant la feuille de plastique sur l'éponge humide (il faudra l'essorer à nouveau). Que remarque-t-on ?

Comment est l'éponge à la fin de l'expérience ?

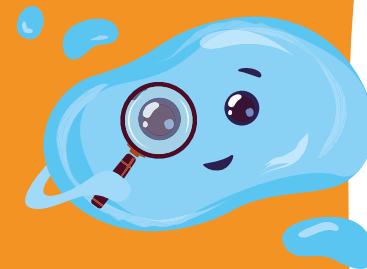


COMMENT ÇA MARCHE ?

OBSERVATIONS

Que voit-on ?

La pluie est absorbée par l'éponge humide et s'écoule tout doucement en sortie de la barquette. Par contre, si **l'éponge est gorgée d'eau**, l'eau s'écoule dessus. On observe alors **toute la pluie arriver à la sortie et ça déborde !**



Si on arrose assez longtemps, l'éponge humide **sature** et n'arrive plus à retenir la pluie. Étonnamment, l'eau **ruisselle** sur l'éponge toute sèche. Celle-ci finit par **s'humidifier** et **absorber** l'eau, puis par **saturer** comme les deux autres. Enfin, quand on ajoute **une couche étanche**, quel que soit le sol en dessous, une grande partie de l'eau s'écoule directement jusqu'à l'estuaire. On remarque que l'éponge n'est pas plus mouillée qu'au début : l'eau n'atteint même pas le sol !



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

- Si l'arrosage de chaque éponge n'est pas effectué de la même manière, impossible de comparer ;
- S'il n'y a pas de différence d'humidité entre les éponges en début d'expérience, il sera difficile d'observer des résultats ;
- Si l'ouverture de la barquette est trop grande, il n'y aura pas de débordement ou d'inondation.

EXPLICATIONS

Lorsque la pluie tombe, une partie de l'eau est absorbée par le sol et une autre se met à s'écouler à la surface, on parle alors de **ruissellement**. Selon le sol, la pente et l'intensité de la pluie, la part de l'eau qui ruisselle peut varier. En hydrologie (l'étude des mouvements de l'eau) on parle de «**coefficient de ruissellement**». Celui-ci s'exprime en **pourcentage de l'eau qui ruisselle par rapport à la totalité de l'eau qui tombe sur une surface**. Ce coefficient varie selon le **type de sol** (sable, terre, route, etc.).

Dans cette expérience, le coefficient de ruissellement des éponges varie beaucoup selon leur **taux d'humidité**. Il est très élevé sur l'éponge gorgée d'eau et plutôt faible sur l'éponge humide. Un même sol peut avoir un coefficient de ruissellement très différent selon son état.

Contrairement à ce qu'on pourrait penser, **l'eau n'arrive pas à s'infiltrer dans une éponge (ou un sol) complètement sec**. C'est la raison pour laquelle des inondations se produisent aussi l'été. Il est également tout à fait possible d'essayer de refaire l'expérience en faisant varier l'inclinaison des éponges ou l'intensité de la pluie.

Lorsque l'on ajoute **une couche étanche** (feuille de plastique ou aluminium, en hydrologie on parle de surface imperméable), l'eau qui tombe dessus ne peut pas atteindre le sol. Elle se met alors à ruisseler. Même si elle ruisselle jusqu'à une couche dans laquelle elle peut s'infiltrer, celle-ci ne sera généralement pas capable d'absorber toute l'eau qui tombe sur sa surface en plus de celle qui arrive.



PLUS D'EXPLICATIONS

On remarque que les éponges, même si elles sont bien essorées, contiennent encore de l'eau ? C'est la même chose pour le sol. **Il a une capacité à retenir de l'eau**. Pour un sol, la quantité d'eau qu'il peut absorber entre le moment où il est sec et le moment où il sature (il ne peut pas contenir plus d'eau) est appelée « **réserve utile** ». C'est la quantité d'eau qui peut en être facilement extraite, par les racines des plantes par exemple. Celle-ci est mesurée en millimètres de hauteur d'eau, comme la pluie. Elle varie principalement selon le type de sol (graviers, sable, terre argileuse).

Si un sol est privé d'eau pendant une longue période, il peut perdre ses réserves d'eau. C'était le cas de l'éponge toute sèche. Les pores qui renaient l'eau se rétractent et sa structure se modifie. On observe parfois des fissures qui témoignent de son **assèchement**. Lorsque c'est le cas, l'eau a du mal à se frayer un chemin, **le coefficient de ruissellement augmente alors fortement**.

Lorsqu'une **éponge est gorgée d'eau** (dès le début ou après quelques instants d'arrosage), elle n'est plus capable d'en absorber. Son **coefficient de ruissellement** monte alors jusqu'à **100%** (toute l'eau ruisselle) ! C'est la même chose pour le sol, si la pluie est trop intense ou dure trop longtemps, il finira par **saturer**. Nos éponges ont des coefficients de ruissellement très différents selon leur **état**.

De la même façon, **l'inclinaison** ou **le relief du sol** peut influencer fortement sur le ruissellement. Il est possible de tester cela facilement chez soi : l'eau s'écoule très rapidement sur les surfaces qui ne sont pas horizontales. Un sol en pente a un coefficient de ruissellement bien supérieur à celui d'un sol horizontal de même surface. Au contraire, si un sol comporte des bosses et des creux, ceux-ci vont ralentir l'écoulement de l'eau et l'aider à s'infiltrer.

APPLICATION DANS LA VIE DE TOUS LES JOURS :

Le coefficient de ruissellement varie beaucoup selon l'usage et la végétation d'un sol. **On estime que 5% de l'eau qui tombe sur une forêt ruisselle, contre 25% sur un champ cultivé.**

Et dans les villes alors ? Les **toits des habitations** n'absorbent pas l'eau, bien au contraire, leur coefficient de ruissellement est de 100% ! Globalement, **le coefficient de ruissellement en ville dépasse 90%**. Lorsque nous construisons nos habitations ou nos routes, nous créons des **surfaces imperméables** (étanches) pour l'eau. Lors de fortes précipitations, celle-ci est alors contrainte de ruisseler. Les petites surfaces qui ne sont pas recouvertes ne suffisent généralement pas à absorber toute l'eau qui tombe sur toute la zone. L'eau continue de ruisseler et s'accumule, c'est **l'inondation**.

On estime qu'en 2010, presque **9% de la surface de la France était artificialisée** (c'est-à-dire utilisée par l'Homme, d'une manière ou d'une autre), dont 5% totalement imperméables (habitations, routes,...) !

L'artificialisation des sols continue en France ! Dans la majorité des cas (90% entre 2000 et 2006), ce sont d'anciens sols agricoles qui sont artificialisés. Ceux-ci ne sont alors plus capables d'absorber et de filtrer l'eau.

Aujourd'hui, lorsque que l'on souhaite créer de nouvelles zones d'habitations, il est obligatoire de **prendre en compte le ruissellement**. Une solution souvent utilisée est de **créer un « bassin de rétention »**, pouvant accueillir toute l'eau qui ruisselle et éviter les inondations. Celui-ci possède un coefficient de ruissellement très faible, voire nul, d'abord parce qu'il est en forme de **cuvette** (l'eau ne peut pas s'en échapper), mais aussi parce que **son sol est très perméable**, comme du sable.

VOUS AIMEREZ AUSSI :

- > Fiche expérience sur le bassin versant
- > Fiche expérience «Attention, ça déborde !»
- > Fiche expérience sur la filtration de l'eau
- > Fiche expérience sur le transport et l'érosion

PISTES POUR ANIMER L'EXPÉRIENCE

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

- Pour amener l'expérience, il est possible de la présenter comme **une suite de l'expérience « Le bassin versant »**.

- L'utilisation d'**une vieille éponge sèche** peut être intéressante. Celle-ci aura du mal à absorber l'eau, son coefficient de ruissellement sera d'abord très élevé. C'est le cas des sols victimes de sécheresse prolongée.

- La feuille plastique ou aluminium représente un sol imperméabilisé, comme une ville. Or en ville, il y a souvent des espaces verts, même minimes ! Une activité possible est de **« dessiner » une partie de ville** (en s'aidant de cartes par exemple) et de découper la feuille étanche pour avoir des ouvertures qui correspondent aux zones où le sol est à découvert.

On peut ensuite comparer le coefficient de ruissellement global de différents quartiers.

- Amener le public à s'interroger sur **la formation des inondations ou simplement de flaques**. Dans ce cas, l'éponge peut servir à représenter un aquifère (nappe d'eau souterraine). Lorsque celui-ci est rempli, l'eau déborde et s'écoule.

- Utiliser cette expérience pour mettre en évidence **le transport des polluants**. Pour cela, ajouter quelques gouttes de colorant (ou d'encre) sur chaque éponge (puis sur la feuille étanche) lors de la mise en place. On peut alors observer comment évolue la « pollution » selon le coefficient de ruissellement.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Comprendre le principe de coefficient de ruissellement et le rôle du sol dans l'absorption de la pluie

Découvrir comment se forme une inondation

Découvrir l'impact de l'artificialisation des surfaces sur l'écoulement de l'eau

les petits débrouillards



Établissement public du ministère
chargé du développement durable

SOURCES ET RESSOURCES (des liens pour comprendre) :

Giser.be : Guide technique du Groupe Transversal Inondation de Wallonie (Belgique) pour le dimensionnement des ouvrages de rétention

Gissol.fr : Rapport du Groupement d'Intérêt Scientifique sur l'utilisation des sols français

Statistiques.developpement-durable.gouv.fr : Rapport du Commissariat Général au Développement Durable sur l'artificialisation des sols.

Les agences de l'eau



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