

Comprendre le

Les événements dramatiques survenus à la mi-juillet ont mis en évidence l'incompréhension de bon nombre d'élèves de l'eau souterraine.

Objectifs

- ▶ Recueillir les récits et les idées à propos de ce qui se passe en cas d'inondation.
- ▶ Ajuster les notions de porosité et de perméabilité, de saturation, de ruissellement, de nappe phréatique.
- ▶ Accéder à une compréhension plus fine des processus en modélisant les différents types d'inondation.

Publics : élèves du primaire (avec des adaptations) et du secondaire.

Durée : 3 heures

Références : le site du Service public français d'information sur l'eau : www.eaufrance.fr > rubriques Inondations et Eaux souterraines

Déroulement

Demander aux élèves de raconter ce qui s'est passé lors des récentes inondations. Distinguer les faits, les opinions et les interprétations. Si nécessaire, compléter avec des documents pour disposer d'exemples des trois types d'inondations : crue, c'est-à-dire inondation par débordement du cours d'eau (Ourthe, Vesdre, etc.) ; inondation par ruissellement (cas de Dinant à l'été 2021) ; inondation par remontée de nappe (l'eau monte par le sol, dans les maisons et les jardins).

Dresser un tableau comparatif des trois situations.

Type d'inondation	Crue	Ruissellement	Remontée de nappe
D'où arrive l'eau ?	Du cours d'eau	Des versants, des rues en pente	Du sol
Vitesse et prévisibilité de l'arrivée ou de la montée des eaux	Assez rapide (en quelques heures ou jours), prévisible	Très rapide (en quelques minutes), imprévisible	Lent (en quelques heures ou jours), prévisible
Où ont lieu les dégâts ?	Dans le lit majeur / la plaine alluviale	En bas de la pente	N'importe où
Type de pluie	Pluies importantes durant plusieurs jours ou semaines	Orages	Pluies importantes durant plusieurs jours ou semaines

Diviser la classe en 3 sous-groupes. Chacun est chargé d'explorer l'une des situations décrites et doit proposer une interprétation de ce qui s'est passé. Après l'étape de verbalisation, chaque groupe va simuler le processus hypothétique (par exemple à l'aide d'une maquette en 3D). Des questions vont surgir : quelle quantité d'eau de pluie tombe

directement dans les cours d'eau, par rapport à celle qui tombe « à côté » ? Où va l'eau qui entre dans le sol ? Comment circule-t-elle ? Quels matériaux utiliser pour représenter un sol imperméable / perméable ? Quels types d'occupation du sol sont de nature à le rendre plus perméable / imperméable ?

L'enseignant-e fait le point, lorsque c'est nécessaire, sur les concepts que les élèves manient spontanément : perméabilité, circulation de l'eau souterraine, grotte ou poche souterraine (susceptible de contenir la « nappe »).

Des activités sont mises en place pour les aider à remettre en question certaines croyances erronées et à les modifier, avant de passer à la modélisation proprement dite. Par exemple :

La perméabilité des différents sols

- Un jour de pluie, sortir pour observer ce qui se passe à différents endroits, dans le but de classer les revêtements de sol sur un curseur, en fonction de leur perméabilité. Partir des résultats pour demander aux élèves de préciser ce qu'ils entendent par « perméabilité ».
- Comment apporter des preuves à ce classement ? Concevoir l'expérience à réaliser, l'installer dans un endroit frais pour éviter l'évaporation :
- Découper de grandes bouteilles de plastique à mi-hauteur (une bouteille par matériau à analyser). Utiliser les parties supérieures comme entonnoirs, et les remplir avec différents types d'éléments, en laissant 5 cm libres au-dessus : **matériaux meubles** (sable, gravier, terre), **matériaux cohérents** (morceaux de pavés de grès / calcaire, de béton / ciment, d'asphalte, de bloc de béton cellulaire de type Ytong), **revêtement végétal** (pelouse, litière forestière...)
- Pour les matériaux cohérents, prendre un échantillon dont les dimensions sont les plus proches possibles du diamètre de la bouteille et colmater les bords avec de la plasticine pour éviter que l'eau ne passe par les côtés ; pour les éléments meubles, boucher la base de l'entonnoir avec de l'ouate pour éviter qu'ils ne s'écoulent.
- Graduer le bas de la bouteille de 10 ml en 10 ml.
- Verser la même quantité d'eau dans chaque récipient, progressivement, jusqu'à 200 ml. Si l'eau finit par passer, même si cela prend plusieurs heures, le matériau est perméable. Comparer la perméabilité revient à comparer la vitesse d'écoulement dans les différents substrats.

La porosité des roches

Grâce à l'expérience précédente, les élèves seront surpris-es de constater que des matériaux cohérents qu'ils avaient classés comme totalement imperméables ne le sont pas, ce qui devrait susciter d'autres questions : comment se fait-il que l'eau passe à travers ? Pourquoi cela prend-il beaucoup plus de temps ? Les hypothèses formulées touchent à la notion de porosité des roches : les roches pourraient contenir de minuscules espaces vides où l'air et l'eau peuvent venir se loger.

Les inondations

Le rôle de citoyen·nes face à l'ampleur des inondations. L'occasion de déconstruire quelques idées fausses à propos

Expériences pour le démontrer :

- Choisir différents types de roches cohérentes et les dessécher durant plusieurs jours en les plaçant sur un radiateur.
Les peser puis les plonger dans l'eau durant un certain temps, avant de les peser à nouveau : par exemple après 2h dans l'eau, après 24h, puis les jours suivants. Quand le poids n'évolue plus, la roche est saturée en eau.
- Le matériau le plus approprié pour simuler la porosité des roches cohérentes est le « bloc Ytong », utilisé en construction. Prendre un bloc Ytong, le peser, puis l'immerger dans un récipient rempli d'eau (le lester pour éviter qu'il flotte). Après 24h, le peser à nouveau, puis déposer le bloc mouillé sur une couche d'argile et attendre. Assez rapidement, un peu d'eau commence à suinter à la base du bloc, mais pas beaucoup, ce qui montre que le bloc peut encore accumuler de l'eau. Il agit donc comme un grand réservoir potentiel, grâce à sa très grande porosité.
- Autre expérience possible : arroser régulièrement pendant quelques heures un bloc Ytong sec, puis le fendre. Observer la progression de l'eau (éventuellement teintée d'encre) à l'intérieur du bloc : elle descend vers le bas, mais s'arrête à un moment donné. Pourquoi ? Cette expérience permet d'aborder les notions d'eau capillaire, pelliculaire et gravitaire (voir schéma sur <https://bit.ly/eau-capillaire>).

Conclusion : les roches peuvent absorber de l'eau, en quantité importante. On peut faire le lien avec les récits des habitant·es lors des inondations : les humidificateurs mettent en effet plusieurs semaines à évacuer l'eau que les murs ont absorbée, surtout les murs en moellons dont l'humidité se perçoit à leur changement de couleur (à faire observer depuis la rue).

La nappe aquifère

Après avoir compris la perméabilité des sols et la porosité des roches, c'est le moment d'expliquer ce qu'est une nappe aquifère. Il s'agira d'utiliser un schéma correct (<https://bit.ly/aquifere>), mettant en évidence une représentation du sous-sol qui renvoie à cette notion de roche poreuse ou fissurée, et surtout pas à l'idée d'une poche souterraine ou d'un lac dans une grotte. L'analogie avec une éponge est plus appropriée.

Le schéma ci-contre (Fig. 1 et 2.) permet de comprendre ce qu'il se passe s'il pleut beaucoup et très longtemps. Au-dessus de la zone imperméable, une couche perméable va progressivement se saturer en eau : la zone non saturée se remplit, le niveau de la nappe s'élève lentement et peut atteindre le sol, qui sera alors inondé. C'est l'**inondation par remontée de nappe**.

En ce qui concerne les rivières, 80% de leur eau provient des nappes adjacentes.

En cas de fortes pluies sur un large territoire, le niveau des nappes s'élève et apporte beaucoup plus d'eau aux rivières, provoquant une montée des eaux pouvant aller jusqu'à la **crue**, ou **inondation par débordement** dans la plaine alluviale (voir Fig. 3 et 4).

Si la zone perméable arrive à saturation, alors l'eau de pluie n'arrive même plus à pénétrer dans le sol. C'est un phénomène brutal : tout d'un coup, toute l'eau qui tombe du ciel se met à dévaler les versants. C'est une **inondation par ruissellement** (cf. Fig 5 et 6) qui peut générer des dégâts au pied de la pente en cas d'orage localisé (comme à Dinant, par exemple), ou s'ajouter à la crue en cas de précipitations généralisées. C'est la « grande vague » ou le « tsunami » évoqué par les sinistrés dans la vallée de la Vesdre, qu'ils attribuent à un délestage des eaux du barrage d'Eupen (ce qui n'a pas été démontré par les rapports d'experts), mais aussi dans les vallées affluentes (Hoëgne, Wayai, etc.), qui ne comportent aucun barrage.

Christine PARTOUNE

Fig. 1. et 2. Inondation par remontée de nappe

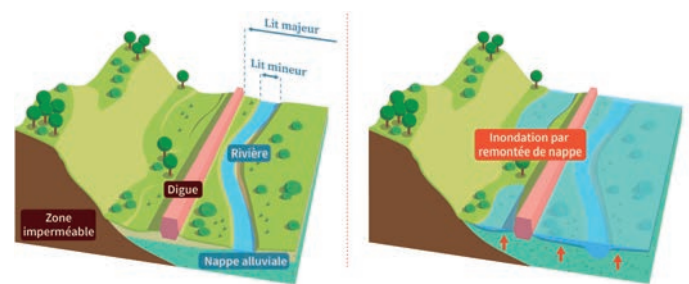


Fig. 3 et 4. Inondation par débordement de cours d'eau



Fig. 5 et 6. Inondation par ruissellement



Source : "CC BY-NC-SA MNVesse.com d'après eaufrance.fr"