

PROJET ÉCOLES-MUSÉES : PLUS QU'UNE PARENTHÈSE



Le cycle d'une eau minérale

« Une démarche scientifique à destination des enseignants et de leurs élèves de la 5^e primaire à la 2^e secondaire pour étudier le cycle de l'eau... plus en profondeur. »





ACCOMPAGNEMENT ET FORMATION À LA DIDACTIQUE DES SCIENCES



L'ASBL Hypothèse est un lieu de recherche, de réflexion, de ressources et de formation en didactique des sciences



Nous sommes un groupe inter-réseaux composé de didacticiens des sciences des Hautes Écoles, d'instituteurs (-trices) maternelles et primaires, d'enseignants en sciences et de pédagogues.



Notre but est de susciter, chez les enseignants du fondamental, la motivation et le plaisir de mener des activités d'éveil scientifique au sein de leur classe.



Hypothèse, en collaboration avec les Hautes Écoles & Universités, met en réseau des centaines d'enseignants, d'écoles, d'acteurs de diffusion des sciences. Elle appartient au réseau de formateurs d'ESERO, IFC, FoCef, CeCP et Felsi et au réseau IdEE.



RETROUVEZ L'ENSEMBLE
DE NOS OUTILS SUR
WWW.HYPOTHESE.BE



COORDONNÉES

Centre d'affaires Natalis
Rue Natalis, 2
4020 Liège
Tél : 042670599
contact@hypothese.be
www.hypothese.be

HORAIRE

Du lundi au vendredi
de 8h30 à 16h30

Table des matières

- | | |
|-------|---|
| I. | Présentation du projet «Écoles-musées : plus qu'une parenthèse» • p.2 |
| II. | Présentation de la séquence sur le cycle d'une eau minérale • p.2 |
| III. | Adéquation de la démarche avec les socles de compétences • p.4 |
| IV. | Premières séquences en classe • p.5 |
| V. | Sortie à Spa • p.9 |
| VI. | Exploitations en classe • p.15 |
| VII. | Application des connaissances • p.26 |
| VIII. | En conclusion : les paradoxes de l'eau de Spa • p.26 |
| IX. | Ce que l'enseignant doit savoir • p.27 |
| X. | Matériel disponible en prêt. • p.32 |
| XI. | Ressources • p.33 |

I. Présentation du projet «Le cycle d'une eau minérale»

Le projet que nous vous présentons dans ce cahier repose sur le constat suivant fait lors de la Recherche-action Extramuros¹: «le milieu proche de l'école est de moins en moins exploité par les enseignants du primaire. Il s'agit pourtant d'un enjeu majeur, tant pour le développement global de l'enfant que pour le développement local, vu les défis environnementaux auxquels nous sommes confrontés.»

C'est à Spa que nous vous emmenons dans ce projet. En effet, de nombreux éléments du patrimoine ou du paysage spadois (le relief, les thermes, les nombreux pouthons, les fontaines, l'imposante usine Spa Monopole...) constituent à eux seuls de nombreux documents questionnant, exploitant et enrichissant la recherche menée en classe sur le cycle d'une eau minérale.

Cette séquence a été pensée et mise au point par Raphaëlle Strijckmans, AESI en sciences et Anne-Françoise MIXHEL, institutrice, toutes deux chargées de projet à l'ASBL Hypothèse, en collaboration avec Nadine FRAUSSEN, guide à l'Eaudyssée de l'entreprise Spa Monopole et l'Office du Tourisme de Spa. Audrey D'HAESE, professeur de sciences à l'Athénée Royal de Spa (1^{re} D), Florent VILVORDER et Florence JACQUES, enseignants à l'école primaire Roi Baudouin de Spa, Anne-Françoise MIXHEL, institutrice à l'école Saint-Joseph de Soumagne, pour les classes de 5^e et 6^e P, ont testé et enrichi cette séquence et y ont apporté un regard critique qui nous a permis de l'adapter et de l'améliorer.

II. Présentation de la séquence sur le cycle d'une eau minérale

Le choix du thème répond à la conclusion de nombreuses études menées depuis les années 60 sur les préconceptions scientifiques des élèves du primaire, du secondaire et sur celles des enseignants². Ces études mettent en évidence l'existence d'un corpus de conceptions erronées semblables à celles qui ont été observées au primaire, qui persistent à l'adolescence et finissent par être enseignées comme telles par les adultes.

Un des domaines mis en évidence par ces études concerne les notions liées aux sciences de la terre. Par exemple, en géographie physique, la notion erronée de nappe phréatique, souvent représentée comme un lac souterrain, est étroitement associée à de mauvaises représentations concernant la perméabilité des roches, la façon dont l'eau se déplace sous terre, la notion de source, la notion de roche elle-même, de porosité, etc...

Les nombreux schémas du cycle de l'eau que nous avons pu observer sur internet, montrent que les phénomènes d'évaporation, de condensation et de solidification qui ont lieu à la surface du sol sont, assez souvent, bien représentés. Par contre, la partie du cycle qui a lieu dans le sous-sol est souvent oubliée, trop simplifiée ou erronée et constitue une «boîte noire» que les enseignants eux-mêmes n'osent pas toujours ouvrir. Ces schémas font alors souvent naître des représentations simplistes qui limitent la compréhension du phénomène.

D'autre part, des tests de préconceptions effectués dans les classes de 5^eP, 6^e P et 1^e S montrent chez les élèves peu de compréhension du cycle naturel de l'eau. Souvent l'enseignement de cette matière, au programme de l'enseignement fondamental, se résume à l'approche d'un schéma qui décrit le parcours de l'eau à l'air libre. Cette modélisation schématique est bien souvent trop abstraite pour que l'élève se construise une représentation opérationnelle. De plus, nombre de ces schémas, s'ils sont peu mis en lien avec une approche du réel, entraînent chez l'élève des simplifications abusives.

¹ D'après :
C. Partoune, avec la collaboration de D. Brisbois, A-C. Grodos et G. Meunier, Recherche-action Extra muros 2014-2017, rapport intermédiaire. Liège, Helmo, février 2016.
C. Partoune, avec la collaboration de H. Bernard, A-C. Grodos et G. Meunier, Dehors j'apprends. Edipro 2020m

² Sur 53 élèves testés en 5^e, 6^e P et 1^e S

Enfin, bien que le questionnement du test de conceptions ouvre la possibilité de représenter l'eau souterraine, seulement 43% des enfants testés évoquent la partie souterraine en écrivant «l'eau rentre dans le sol» ou dessinent une forme ovale et bleue annotée «nappe phréatique».

C'est pourquoi nous envisageons le cycle de l'eau à travers le cas du plateau des Hautes-Fagnes et nous insistons sur la notion d'eau minérale, ce qui nous conduit à envisager le passage souterrain de l'eau.

Ce cahier, lorsqu'il est dans son format numérique renvoie vers des documents téléchargeables. Cliquer sur les différents documents en étant connecté à internet permet de lancer le téléchargement.

Quelques exemples de conceptions à propos du cycle de l'eau relevés à partir des schémas complétés par des élèves de 6^e P et 1^{re} S.

Dans la majorité des schémas, la partie souterraine du cycle de l'eau n'apparaît pas. L'évaporation a lieu sur la mer et des précipitations ne sont observées que sur les reliefs.	Les changements d'états apparaissent mais La nappe phréatique est représentée comme un lac souterrain.
Beaucoup de notions apparaissent mais les liens entre elles et l'idée de cycle n'apparaissent pas clairement.	Ici l'élève ajoute en plus l'importance de l'eau souterraine pour l'activité humaine en représentant l'usine qui pompe l'eau dans la nappe «pancréatique».

Dans les explications données par les élèves, on lit à plusieurs reprises des interprétations finalistes, comme si l'eau avait «une mission à remplir».

«L'eau s'enfonce dans le sol pour nourrir les végétaux tandis qu'une partie reste sur le sol pour nourrir les autres êtres vivants».

«L'eau va sous la terre pour faire pousser la végétation».

«L'eau tombe pour creuser et remplir les lacs»

D'autre part, le nuage est envisagé comme «un contenant» qui se remplit ou se vide à la place de considérer le nuage comme composé de microgouttelettes d'eau.

«L'eau évaporée va dans les nuages».

«La pluie tombe quand les gouttes d'eau sont trop à l'étroit dans le nuage».

«Quand le nuage est plein (ou rempli), la pluie tombe».

«Quand il y a trop d'eau dans le nuage, le nuage la rejette».

III. Adéquation de la démarche avec les socles de compétences

1. Les savoirs

1. L'air, l'eau, le sol
- Cycle de l'eau.

-Caractéristiques d'un sol en relation avec sa composition.
2. Les hommes et l'environnement
- Gestion, conservation et protection des ressources.

-Utilisation des ressources.

-Épuisement, destruction, pollution.

2. Les savoir-faire

1. Rencontrer et appréhender une réalité complexe.	
1.a. Faire émerger une énigme à résoudre.	Analyser un document, goûter des eaux différentes, remonter le cours d'un ruisseau jusqu'à sa source,...
1.b. Identifier des indices et dégager des pistes de recherche propres à la situation.	Spa, ville thermale, pourquoi ? Qu'est-ce qu'un pouhon ? Pourquoi y a-t-il autant de sources dans les environs de Spa ? L'eau d'une source est-elle toujours potable ? Quelle est la différence entre une eau minérale et une eau de source ? Comment l'eau entre-t-elle dans le sol et pourquoi en ressort-elle ? Comment schématiser le cycle de l'eau en tenant compte de son trajet souterrain ?
2. Investiguer des pistes de recherche.	
2.a. Récolter des informations par la recherche expérimentale, l'observation et la mesure.	Expériences liées au sol et au sous-sol et à la nature des roches. Pouvoir absorbant de la sphaigne.
2.b. Récolter des informations par la recherche documentaire et la consultation de personnes ressources.	Analyse de cartes et de documents. Sortie à Spa.
3. Structurer les résultats.	
3.a. Rassembler et organiser des informations sous une forme qui favorise la compréhension et la communication.	Réaliser des graphiques. Réaliser un modèle du cycle de l'eau en intégrant les notions apprises sur la percolation...
3.b. S'interroger à propos des résultats d'une recherche, élaborer une synthèse et construire de nouvelles connaissances.	Pourquoi l'eau de Spa est-elle qualifiée de "naturelle minérale" ? Critique d'un schéma du cycle de l'eau sous l'éclairage des nouveaux apprentissages. Synthèse de tous les apprentissages.

IV. Premières séquences en classe

Rencontrer et appréhender une question complexe.

Mobilisations et questions de recherche

Nous vous présentons ici différentes mobilisations possibles. A vous de choisir par quelle porte vous pourriez aborder ce sujet.

1. Une discussion autour d'un test de conceptions.

Il est toujours intéressant de faire un test de conceptions avec les enfants. Il permet à l'enseignant de faire un état des lieux des acquis de la classe et de faire apparaître les conceptions spontanées. Il permet à l'élève de confronter ses représentations avec celles des autres. Les différentes versions des élèves nécessitent alors de rechercher, tester, vérifier, raisonner, se mobiliser ensemble autour des questions qui surgissent. A la fin de la séquence, il permet à l'élève de mesurer ses apprentissages: « **Au début je pensais que... mais maintenant je sais que...** »



Comment se forme la pluie, la neige ?
Que devient l'eau de la pluie ? Où va l'eau ? Comment se déplace-t-elle ?

Complète le schéma ci-dessous avec des flèches qui montrent comment l'eau se déplace.

Si tu connais les mots de vocabulaire liés au cycle de l'eau, place-les aux bons endroits sur le schéma que tu viens de flécher.

[Document1A](#)

Mise en commun: « Quelqu'un dessine de la pluie à la mer, d'autres ne dessinent la pluie qu'au-dessus des reliefs, pourquoi ? Quelqu'un a ajouté des sources, pourquoi ? Qu'y a-t-il dans la zone sous-sol ? Une nappe phréatique, qu'est-ce que c'est ? »

2. Une première balade nature pour remonter un cours d'eau

Les classes de Florent et de Florence à Spa, prennent le train jusqu'à Theux et remontent la Hoëgne, le Wayai et le ruisseau du Chawion jusqu'à sa source, située à 2 km de leur école. Ils observent l'étang du Chawion, les affleurements rocheux dans lesquels l'eau s'infiltre. Ils prennent des photos.





Source du ruisseau



Percolation de l'eau dans la roche dense



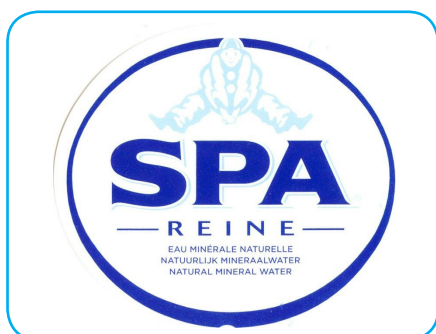
Étang du Chawion

De retour en classe, les enseignants présentent un schéma du cycle de l'eau et demandent aux élèves de faire correspondre les photos liées au cycle de l'eau, prises la veille, avec les différentes zones du schéma.

Quel est le parcours de l'eau ? Peut-on déjà apporter des précisions à nos préconceptions ? Comment l'eau entre-t-elle dans le sol ?



3. Dégustation en classe de différentes eaux commercialisées et comparaison de leurs goûts



Pourquoi les eaux n'ont-elles pas le même goût ?

Pourquoi est-il écrit : « Eau de source » sur certaines bouteilles et « Eau minérale » sur d'autres ? Quelle est la différence ?

Nous vous conseillons de varier les eaux fortement minéralisées (Vichy®, Badoit®, St Yorre®), moins minéralisées (Evian®, Hépar®) et faiblement minéralisées (Spa Reine®).



4. L'article d'une bloggeuse qui a fait le tour de toutes les sources spadoises et a goûté leurs eaux

[Document2](#) — [Document3](#) — [Document4](#) — [Document5](#)

Pourquoi tant de sources à Spa ?

Où sont situées ces sources ?

Les élèves d'Anne-Françoise observent une carte simplifiée de Spa où apparaît le nom des différentes sources. Ils font correspondre la photo des sources à leur emplacement sur la carte.



5. Un article historique

Tiré du livre Les eaux de Spa de L.M. CRISMER – [Document6](#)



6. Une publicité pour le thermalisme à SPA

- Que voit-on sur cette affiche ?
- « Établissement thermal », qu'est-ce que ça veut dire ?
- De quand date cette affiche ?
- Que signifie « Eaux minérales ferrugineuses » ?
- Que signifie « Pouhon » ?



V. LA SORTIE À SPA

Investiguer des pistes de recherche

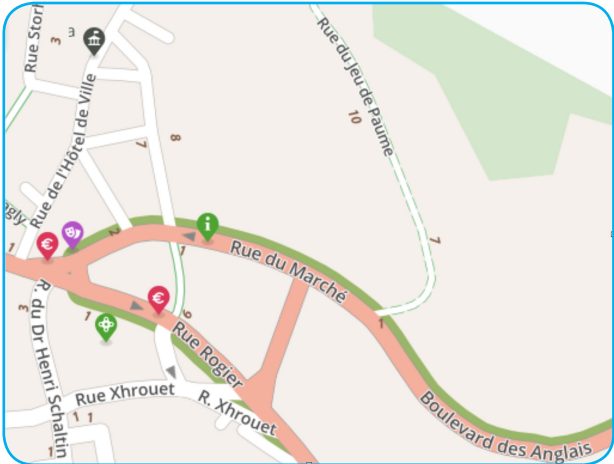
Pour trouver des réponses à toutes nos questions, allons voir un pouhon, allons voir une source, allons voir des thermes, allons à Spa!

1. Localisation

Si vous disposez d'un car loué à la journée, nous vous encourageons à monter jusqu'au domaine de Bérinzenne (550 m d'altitude), situé à 3 minutes du centre de Spa. Le paysage fagnard que l'on découvre au sommet de la tour de 24m est inoubliable et marquera les esprits des élèves qui ne connaissent pas les fagnes.



À Spa, avant toute chose, nous vous invitons à monter à pied l'étroite rue du Jeu de Paume et à emprunter le premier petit sentier qui se présente à votre droite sur environ 300m afin d'admirer la vue générale sur la ville. La montée assez rude trouve sa justification dans le fait que Spa est située dans la vallée encaissée du Wayai. De là, on réalise bien que pour quitter la ville par le nord, par l'est ou par le sud, il faut monter! Vous vous rendez compte aussi de l'importance de la place que l'usine Spa Monopole occupe dans le paysage en repérant son Pierrot emblématique. Vous pouvez voir le pouhon³



Entrée du chemin

³ Source d'eau ferrugineuse et carbogazeuse



2. Le pouhon Pierre Le Grand

Le bâtiment est attenant à l'Office du Tourisme de Spa et c'est par là que se fait l'entrée. La visite du pouhon coûte 1€/personne.

Le pouhon le plus fameux de Spa est sans doute le pouhon Pierre Le Grand construit en 1880 par l'architecte Victor Besme à l'emplacement de la modeste niche qui abritait la source depuis le XVI^e siècle. Autrefois, l'eau du pouhon était puisée au moyen d'une longue perche munie de supports pour les verres, que l'on plongeait dans la source, en contrebas, toujours visible à travers un hublot en verre. Pour une question d'hygiène, ce procédé fut abandonné au profit d'un système de pompage alimentant la nouvelle fontaine en acier.

Les cinq sens sont immédiatement sollicités quand on entre dans la salle qui abrite le Pouhon Pierre Le Grand.

- **La vue:** on découvre la nouvelle fontaine en acier évoquant l'eau jaillissant du sol et les traces de rouille laissées par l'eau sur le bassin de la fontaine. On voit aussi le buste de Pierre le Grand. On observe l'arrivée de la source par un hublot au sol.
- **L'ouïe:** le bruit de l'eau envahit la pièce.
- **L'odorat:** on sent, dès l'entrée, cette odeur particulière dégagée par le dioxyde de carbone chargé d'oxyde de fer.
- **Le goût:** On déguste l'eau de source gazeuse et ferrugineuse du pouhon, grâce à des gobelets mis à notre disposition. Nous vous conseillons de garder votre gobelet pour les autres fontaines.
- **Le toucher:** la fraîcheur de l'eau et le contact froid de l'acier rouillé.

Les différents panneaux didactiques nous apprennent que la crénothérapie⁴ à Spa date du XVI^e siècle. On y lit l'origine du mot pouhon et on découvre qui était Pierre Le Grand, ce tsar géant de 2m, qui ingurgitait plus de 20 verres d'eau ferrugineuse et gazeuse par jour! Cela, pour son plus grand bien puisqu'il fit la renommée de Spa en louant les vertus curatives de cette eau qui l'avait remis sur pied après un très long et épuisant voyage en Europe.

Dans le sous-sol du pouhon qui n'est plus accessible au public, se trouve la source du pouhon «Aux armes d'Autriche» et l'ancienne arrivée de la source Marie-Henriette.



Si vous avez prévenu l'employé(e) de l'Office du Tourisme de votre visite, vous pourrez encore lui poser des questions qui n'auraient pas trouvé réponse sur les panneaux.



Lors de notre visite, nous avons eu la chance de rencontrer monsieur Alain Remacle, chargé de l'entretien des fontaines. Il a accepté de répondre à nos questions et a témoigné de l'importance de récupérer au tampon JEX® les dépôts de rouille déposés par l'eau du pouhon et cela toutes les semaines!

⁴ Traitement de certaines affections par les eaux de sources.



3. Le pouhon Prince de Condé

La jolie pyramide en verre qui jouxte l'Office du Tourisme abrite aussi un pouhon. On y organise des expositions temporaires. Si elle est ouverte, vous pouvez y entrer gratuitement pour observer la fontaine en contre-bas.



Entre le pouhon Pierre Le Grand et la fontaine Marie-Henriette, ne manquez pas la charmante station météo équipée d'un thermomètre et d'un baromètre. Vous pourrez y lire l'heure qu'il est dans les grandes villes du monde quand il est midi à Spa et vous aurez aussi des indications sur l'altitude de la région environnante. Juste en face, vous verrez la représentation de Georges Krins, premier violon du Titanic, sur la façade de l'Hotel Cardinal où il vécut.

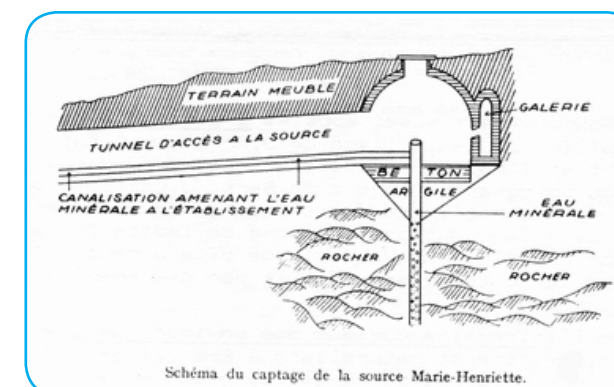


4. La fontaine ou pouhon Marie-Henriette



Marie-Henriette, deuxième reine des Belges, a, elle aussi, fait la réputation de Spa puisqu'elle choisit d'y résider à la fin de sa vie. La fontaine qui porte son nom est située en contre-bas du funiculaire qui mène aux nouveaux thermes.

Elle distribue le même type d'eau que celle du pouhon Pierre le Grand et Prince de Condé. Puisque vous avez gardé votre gobelet, vous pouvez la goûter à nouveau.



Source Marie-Henriette située dans les bois de Spa



Après ces deux dégustations plus ou moins agréables, il est temps de monter aux thermes et de goûter enfin une eau beaucoup moins forte. Gardez donc votre gobelet!



5. Montée aux thermes

Vous pouvez effectuer l'ascension avec le funiculaire qui vous mènera en 5 minutes à l'entrée des thermes pour 1,5€/pp.

Vous pouvez aussi emprunter le sentier, situé au bout du Parc de Sept Heures, en face du Musée de la lessive, à droite de l'avenue des platanes qui vous mènera en 15 minutes à pied à l'entrée des thermes.

Il est préférable d'annoncer votre arrivée. Sur place, vous pouvez goûter l'eau Marie-Henriette, débarrassée de son excès en fer, à la fontaine située dans le hall d'entrée.

Une petite video passe en boucle dans ce même hall:

<https://www.thermesdespa.com/espace-presse> — 100 ans Thermalisme à Spa

6. Visite de l'Eaudyssée

Si vous avez prévu une sortie d'un jour, nous vous conseillons de terminer votre sortie en allant visiter l'Eaudyssée dans l'entreprise de Spa Monopole: <https://www.spa.be/fr/eaudyssee>



VI. Exploitation en classe

Investiguer des pistes de recherche, structurer et communiquer les résultats.

Qu'avons-nous appris lors de notre sortie ?

Pour remettre les élèves dans le bain, il est nécessaire de reprendre les questions de mobilisation que vous avez sélectionnées avant votre sortie.

Pour se rappeler tout ce qui a été vu et appris lors de la visite, on peut projeter les photos prises à chaque étape et demander aux élèves de les commenter en expliquant ce qu'ils ont appris. Cela permet à l'enseignant de repréciser ou de clarifier certaines choses. Ainsi, chacun reprend la leçon avec les acquis de tous.

Comme pour les mobilisations, vous pouvez privilégier une ou plusieurs de ces exploitations de la visite.

1. Le relief est très accentué autour de Spa et forme, vers l'est, le plateau des Hautes-Fagnes

But de la séquence : cette séquence permet de voir ou de revoir le cycle de l'eau dans sa partie aérienne à travers le cas des Hautes Fagnes

Quelles sont les caractéristiques du plateau des Hautes Fagnes ?

Pour s'immerger dans le paysage fagnard, nous vous conseillons de regarder la video suivante: https://www.youtube.com/watch?time_continue=572&v=-O-3XKco_Cs&feature=emb_logo (4'47 à 9')

Caractéristiques du relief



A l'aide des atlas de la classe, situons Spa et le plateau des Hautes Fagnes sur une carte de Belgique et rédigeons un bref commentaire de localisation.

Le plateau des Hautes Fagnes est une réserve naturelle qui se situe à l'extrême est de la province de Liège, entre les villes d'Eupen, Spa et Malmedy. Cette région est située à plus de 600m d'altitude autour du point culminant du pays: le signal de Botrange (694m).

Caractéristiques du climat

Les informations contenues dans le document ci-dessous permettent de voir ou de revoir le cycle de l'eau dans sa partie aérienne, en l'appliquant au cas de la Belgique et plus particulièrement au cas des Hautes Fagnes — [Document7](#)

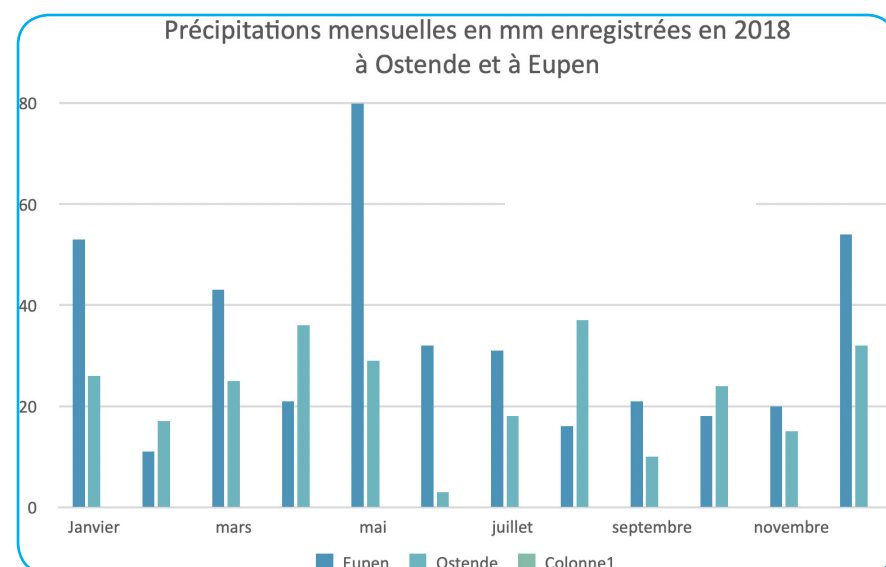
Le cycle de l'eau à travers le cas des Hautes Fagnes.

En raison de **son altitude** (plus de 600m), le plateau des Hautes Fagnes est une région très intéressante d'un point de vue climatique: on y enregistre des relevés remarquables en ce qui concerne les températures, les précipitations et l'enneigement.

En ce qui concerne **les températures**, l'altitude explique que les températures des Hautes-Fagnes sont plus basses qu'ailleurs. En rencontrant ce relief, les masses d'air sont forcées de s'élever et refroidissent (- 0,6°C tous les 100m). Par rapport aux régions basses de la Belgique, la température sera donc plus basse en moyenne de 4°C!

Les précipitations sont également plus abondantes. En effet, quand les nuages venus de la mer se refroidissent à cause de l'altitude, la vapeur d'eau se condense et retombe sous forme de pluie ou de neige. L'abondance des chutes de neige et de l'enneigement au sol est un autre phénomène climatologique remarquable caractérisant la région des Hautes-Fagnes. En hiver, les vents d'origine polaire se chargent d'humidité en passant sur la Mer du Nord. En se heurtant sur la première barrière naturelle que constitue le plateau des Hautes-Fagnes, ces vents froids, chargés d'humidité s'élèvent et l'humidité retombe sous forme de neige.

Pour voir « combien » ces précipitations sont plus abondantes, on peut faire réaliser le graphique des précipitations enregistrées en 2018 à Ostende et à Eupen. — [Document8](#)

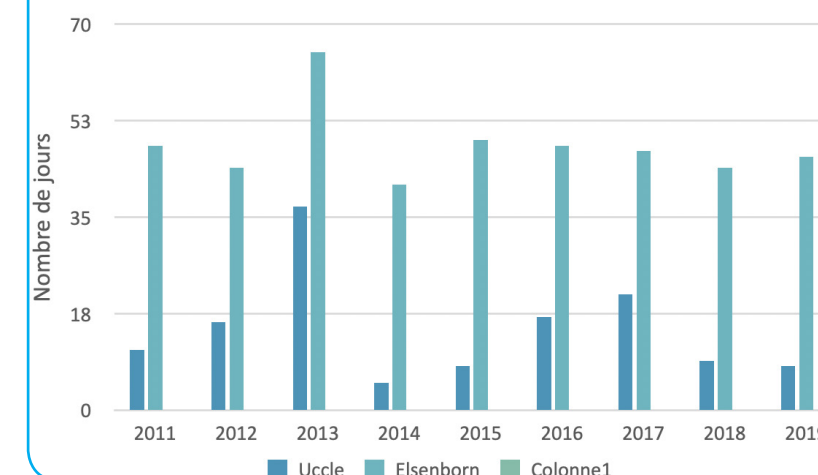


En 2018, le total annuel des précipitations à Eupen égale 400mL, à Ostende il est égal à 272mL. Cela signifie que cette année-là, il a plu 1,47 fois plus à Eupen qu'à Ostende.

Ce graphique permet de revenir sur certains schémas de conceptions qui ne représentaient les précipitations que sur les reliefs: il pleut aussi, bien sûr, à la mer. Quand on monte en altitude, l'air refroidit de 0,6°C tous les 100m. Le phénomène de condensation a donc lieu quand les masses d'air humide rencontrent un relief mais également quand la vapeur d'eau s'élève au-dessus de la mer et qu'elle rencontre de l'air refroidi par l'altitude.

Pour voir « combien » les précipitations neigeuses sont plus abondantes sur les Fagnes, on peut également faire réaliser le graphique qui compare le nombre de jours de précipitations neigeuses enregistrées à Uccle et à Elsenborn.

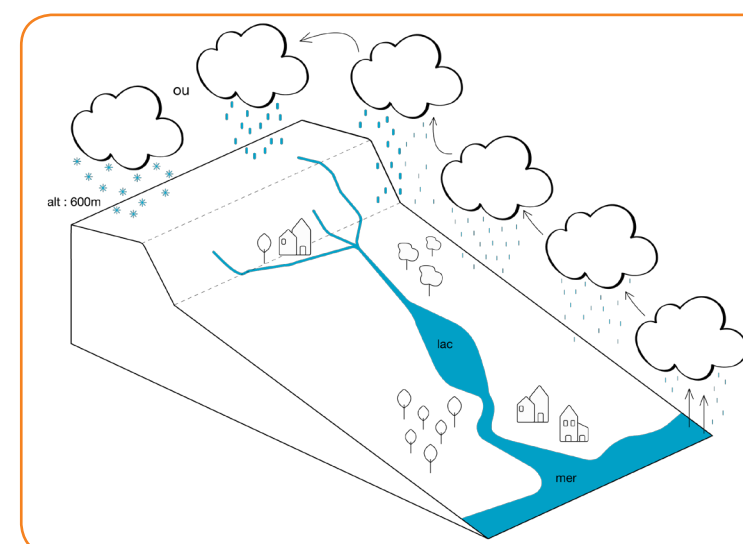
Nombre de jours de précipitations neigeuses enregistrés à Uccle et à Elsenborn entre 2011 et 2019



Le total des jours où on a observé des précipitations neigeuses à Uccle de 2011 à 2019 égale 132 jours. Pendant ce temps, on enregistrerait 432 jours à Elsenborn. Il y a 3,3 fois plus de jours de neige à Elsenborn qu'à Uccle.

Structuration : À partir du document « Le cycle de l'eau à travers le cas des Hautes Fagnes » et des deux graphiques sur les précipitations, quel est le lien entre l'altitude, la température et les précipitations dans le cycle de l'eau ?

L'activité proposée est de traduire ces documents sous la forme d'un schéma. On peut reprendre le schéma vierge des préconceptions pour y placer ou y dessiner les informations. — [Document1B](#)



Ce cycle de l'eau est incomplet mais il est correct. La suite de l'exploitation de la visite va nous permettre de compléter ce cycle en envisageant le trajet souterrain de l'eau.

2. Nous avons vu des sources et goûté de l'eau

Buts de la séquence : élargir les connaissances sur le trajet souterrain de l'eau, comprendre la notion de nappe phréatique et la formation d'une source.

Spa vient du latin spargere: jaillir !

L'eau des sources provient de la pluie. Celle-ci pénètre dans le sol et ressort à un certain endroit après un long parcours.

Quelle est la structure du sol dans la région des Fagnes ?

Pour répondre à ces questions, observons ce document: on voit que le sol de la région des Fagnes est composé de couches de natures différentes: de la tourbe, du sable, de l'argile, des quartzophyllades⁵.

La tourbe est le produit de la décomposition incomplète de la végétation qui recouvre les Fagnes en particulier la sphaigne dont nous parlerons dans la séquence suivante.

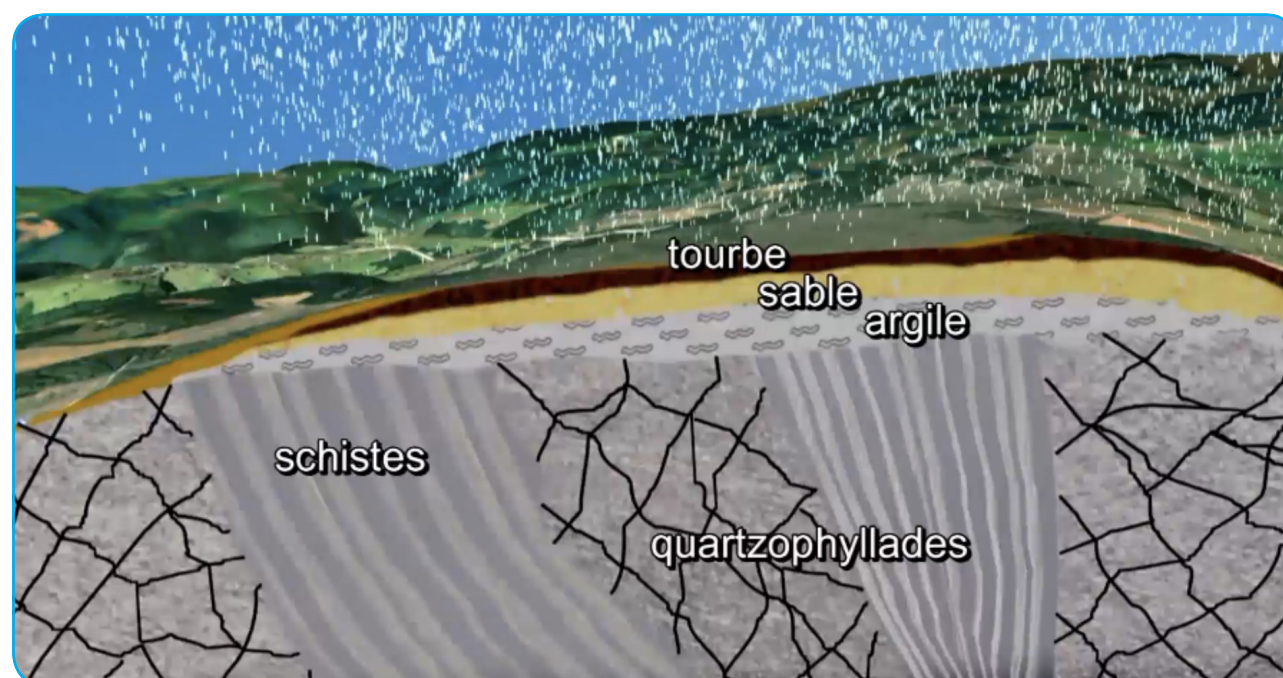


Photo issue de la vidéo: http://www.rtl.play.be/la-grande-balade-p_8539/la-grande-balade-en-wallonie-spa-C_12478487

Est-ce que l'eau pénètre dans le sol partout de la même façon ?

Pour répondre à cette question, une expérience qualitative, à suivre, est menée pour comparer le passage de l'eau à travers les différentes couches du sol: tourbe, sable, argile.

But de l'expérience: comparer la vitesse de passage de l'eau à travers la tourbe, le sable et l'argile.

Matériel:

- 3 entonnoirs;
- 3 cylindres gradués;
- 3 récipients doseurs;
- Filtres à café;
- Sable, tourbe, argile;
- Un échantillon de quartzite.

⁵ Roche constituée de quartz et de schiste



Mode opératoire:

- Humidifier les différents matériaux choisis;
- Placer des filtres à café dans des entonnoirs identiques;
- Poser les entonnoirs sur des éprouvettes de 100ml;
- Placer une couche de même épaisseur de chaque matériau pré-humidifié dans les entonnoirs;
- Remplir des berlines de 80ml d'eau;
- Verser doucement et simultanément l'eau dans chaque entonnoir;
- Attendre 30 secondes et retirer tous les entonnoirs;
- Comparer la quantité d'eau qui a percolé à travers les différents matériaux.

Observations:

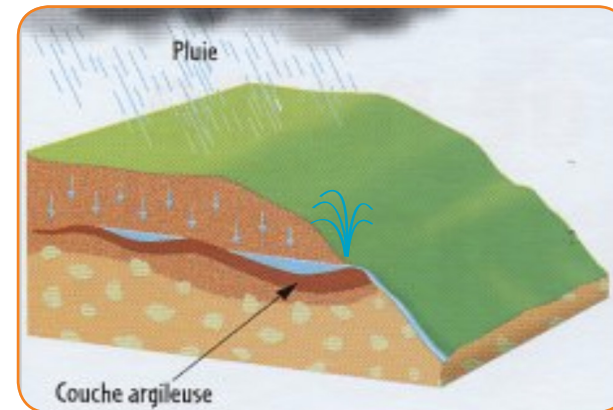
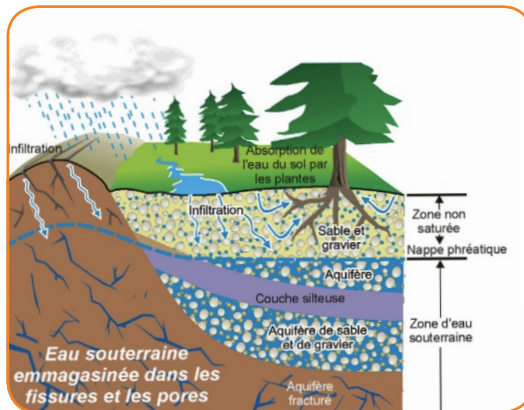
Nous observons que l'eau pénètre plus ou moins facilement dans les différents types de matériaux. Par exemple, elle s'infiltre facilement dans le sable mais elle coule moins vite dans la tourbe et elle passe difficilement à travers l'argile.

L'échantillon de quartzophyllade (contenu dans la malle Hypothèse) permet d'observer l'imperméabilité des roches denses qui constituent le sous-sol de la région des Fagnes. Néanmoins, on peut y distinguer les fines failles par lesquelles l'eau va pouvoir s'infiltrer très lentement au fil des années.



Qu'est-ce-qu'une nappe phréatique ?

Pour faire la différence entre eaux souterraines, nappe et aquifère, vous trouverez deux petites vidéos explicative à montrer à vos élèves sur le site suivant : <https://www.eaufrance.fr/les-eaux-souterraineshttp://www.icem-freinet.net/~btj/sourmer2/scm2.html>



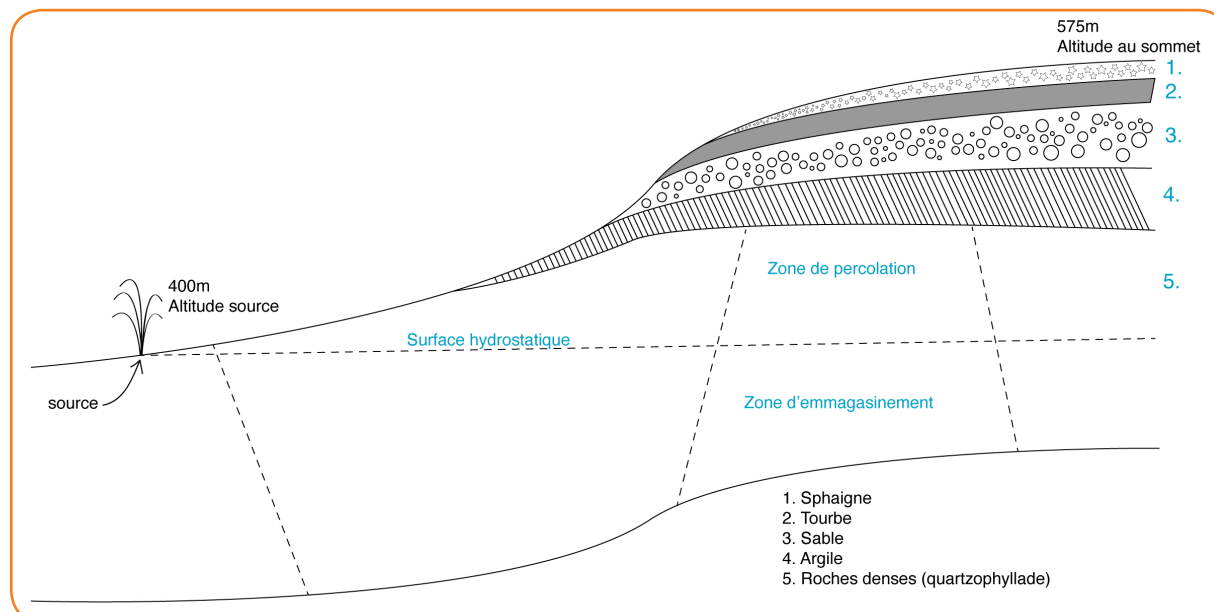
Cette coupe permet de bien comprendre ce qu'est un aquifère. C'est une couche de roche perméable (poreuse) dont les pores sont remplis par infiltration de l'eau souterraine. Certaines couches sont plus poreuses que d'autres (porosité du sable > porosité de l'argile) et pourront alors contenir plus d'eau. La profondeur à laquelle l'eau est rencontrée peut varier en fonction des pluies, de la saison et/ou du pompage d'eau dans l'aquifère. — [Document9](#)

La nappe phréatique est le premier aquifère rencontré sous la surface du sol, elle est donc facilement accessible pour les activités humaines.

Comment se forme une source ?

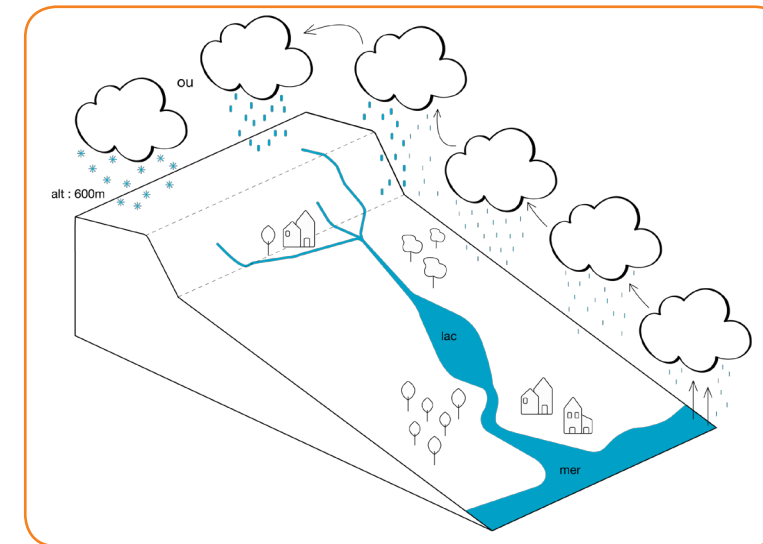
La vidéo précédente permet de comprendre que lorsque l'eau qui s'infiltre rencontre une couche moins perméable, elle s'écoule horizontalement et va soit alimenter une rivière qui existe déjà, soit ressortir en un point d'un relief en pente comme le montre ce schéma.

Les couches de roches étant assez semblables dans une même région géographique, on observe des sources à plusieurs endroits de cette région.



— [Document11](#)

Structuration : Après cette séquence, on peut maintenant intégrer les nouvelles connaissances acquises sur le trajet de l'eau souterraine, en complétant notre schéma du cycle de l'eau — [Document1C](#)



3. L'eau qui sort d'un puits a un goût de fer et elle est pétillante.

But de la séquence : comprendre pourquoi toutes les eaux de source n'ont pas le même goût et pourquoi certaines sont même pétillantes.

La visite nous a appris que l'eau qui est passée à travers la tourbe et le sous-sol des Fagnes est devenue acide.

Cette eau acide réagit avec le calcaire en formant du dioxyde de carbone (= gaz carbonique).
Eau acide + calcaire -----> gaz carbonique + acide carbonique

De grosses quantités d'acide et de gaz carbonique sont ainsi libérées. L'acide produit va permettre à l'eau de désintégrer les roches du sous-sol contenant du fer. L'eau qui sort des sources présentes dans ces régions est donc gazeuse et a un goût de fer très prononcé. C'est un puits: une source d'eau minérale ferrugineuse et carbogazeuse⁶.

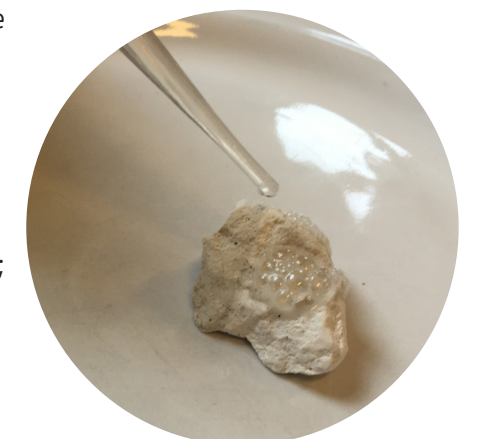
Eau + gaz carbonique + fer dissous = eau gazeuse ferrugineuse

Test à l'acide sur différentes roches.

Pour montrer la réaction qui se produit entre un acide et une roche calcaire, on propose de faire une expérience pour mettre en évidence le dégagement gazeux que produit cette réaction.

Matériel:

- Vinaigre;
- Jus de citron;
- Acide chlorhydrique dilué;
- Morceaux de craie blanche, de schiste, de granite, de grès;
- Échantillons de roche (caillou) apportés par les élèves;
- Une loupe.



⁶ Dans certains puits, on note la présence de sulfure de fer (H₂S) à l'odeur caractéristique d'œuf pourri

Expérience préliminaire:

Faire goûter aux enfants une goutte de jus de citron et une goutte de vinaigre pour percevoir le caractère acide de ces deux liquides.

En s'appuyant sur ce que nous avons appris sur les eaux gazeuses de Spa, que va-t-il se passer si on dépose une goutte de vinaigre sur un morceau de craie (= calcaire) ?

- Déposer une goutte de vinaigre sur un morceau de craie blanche ;
- Après quelques secondes, observer les petites bulles de gaz carbonique qui se forment à la surface, éventuellement à la loupe.

C'est le test qu'on utilise pour identifier les roches calcaires.

But de l'expérience à suivre:

Identifier les roches contenant du calcaire parmi les échantillons proposés ou apportés par les élèves.

Expérience à suivre:

- Répartir les élèves en groupe et déposer sur la table de chaque groupe des échantillons de roches et de l'acide chlorhydrique dilué dans un compte-goutte.
- Demander aux élèves de trier les roches contenant du calcaire en effectuant le test à l'acide.



Résultats:

Roche	Réaction à l'acide et production d'un gaz
La craie	oui
Le schiste	non
Le petit granit	oui
Le marbre	oui
Le grès	non
Le granite	non
Le quartz	non

4. L'eau de Spa est une eau de source minérale car elle a toujours la même composition.

But de la séquence : comprendre la différence entre une eau de source et une eau minérale.

Une eau de source est une eau potable dont la composition peut varier.

Une eau minérale rencontre les 5 critères suivants:

- Elle a des vertus curatives reconnues par le ministère de la santé ;
- Les minéraux qu'elle contient doivent toujours être présents en quantités égales ;
- Elle doit être puisée dans une zone protégée qui garantit sa pureté ;
- Sauf pour retirer certains minéraux qui altèrent son goût, elle ne doit pas subir de traitement avant sa commercialisation ;
- Elle doit être embouteillée à la source (souvent bien sûr, un tuyau relie la source à l'usine).

Le site <https://purete.spa.be/> vous permet de voir la goutte d'eau qui passe à travers les différentes couches du sol et du sous-sol.

Video: [http://www.rtl.play.be/la-grande-balade-p_8539/la-grande-balade-en-wallonie-spa-C_12478487_14'12"](http://www.rtl.play.be/la-grande-balade-p_8539/la-grande-balade-en-wallonie-spa-C_12478487_14'12) — 17'



L'eau de Spa doit sa pureté à la grande protection dont bénéficie la zone de captage et aux filtres naturels qu'elle traverse en entrant dans le sol:

- La sphaigne est une mousse qui a deux rôles: elle retient l'eau de pluie (elle peut absorber jusqu'à 20 fois sa propre masse en eau) et limite le ruissellement. L'eau a ainsi le temps d'entrer tout doucement dans le sol. La sphaigne est le premier filtre biologique (vivant) que rencontre l'eau de pluie ;
- La tourbe issue de la décomposition imparfaite de la sphaigne, qui retient l'eau également ;
- Le sable ;
- L'argile ;
- La roche dense fissurée faite de quartz et de schiste (quartzophyllades).



Expérience sur le pouvoir absorbant de la sphaigne

Une balade en forêt est nécessaire avant de faire cette expérience en classe. On ne peut prélever la sphaigne dans la réserve des Hautes Fagnes mais en Ardenne, elle est assez commune. Certaines jardineries en vendent mais ne vous déplacez pas sans être sûr d'en trouver.

But de l'expérience: mettre en évidence le pouvoir absorbant de la sphaigne fraîche.

Matériel:

- De la sphaigne sèche récemment coupée;
- Une balance;
- Un récipient transparent;
- De l'eau.

Mode opératoire:

- Tarer le récipient qui va contenir la sphaigne;
- Y placer une certaine quantité de sphaigne sèche et noter sa masse;
- Couvrir la sphaigne avec de l'eau;
- Attendre 24h;
- Égoutter la sphaigne et la placer sur une bonne couche de papier absorbant jusqu'à ce que l'eau extérieure soit absorbée;
- Peser la sphaigne gorgée d'eau et comparer la quantité d'eau absorbée avec la masse sèche.



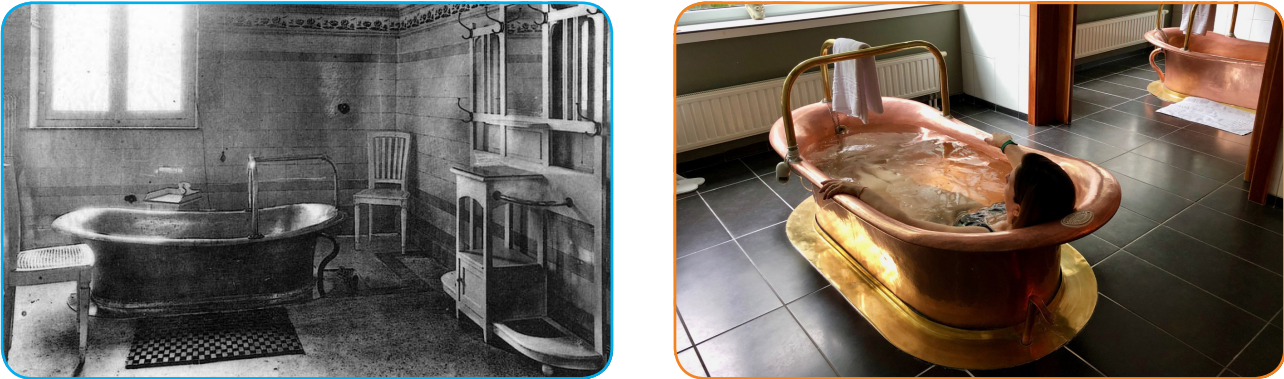
Résultats:
Les expériences réalisées montrent que la sphaigne absorbe entre 6 et 14 fois sa masse en eau (ici: 12,4 fois.)

5. L'eau de Spa a des vertus curatives

But de la séquence : découvrir les vertus curatives de l'eau de Spa qui font sa réputation.

Ces vertus vous auront certainement été expliquées lors de la montée aux thermes. Vous pouvez juste les rappeler ou lire le document suivant: — [Document11](#)

Vidéo: <http://www.waldorado.be/visite/?num=35> (7')



L'eau qui alimente les bains est l'eau de Spa Marie-Henriette.

Cette eau naturellement pétillante est riche en bicarbonate, en fer et en manganèse. Elle peut être bue à volonté.

Dans les bains carbogazeux, célèbres pour leurs baignoires en cuivre, la peau retrouve sa souplesse. L'eau Marie-Henriette est bénéfique pour les brûlures et calme les démangeaisons.

La combinaison du fer contenu dans l'eau et du cuivre de la baignoire produit un effet désinfectant pour la peau.

Le gaz carbonique est absorbé par la peau et dilate tous les petits vaisseaux sous-cutanés avant d'être éliminé par les poumons. Il en résulte une réduction de la pression artérielle qui explique l'effet formidablement décontractant du bain carbogazeux.

Journée d'un bobelin au 18^e siècle

On se lève avec le soleil donc en juin à 5 heures du matin.
On se rend en peignoir jusqu'à la fontaine du bourg pour y boire les premiers verres d'eau minérale.

Suivant les prescriptions; on se rend aux autres sources pour y poursuivre l'ingestion d'eau minérale.

Vers 10 h, on rentre dans son logement pour se changer puis les dévots vont à la messe. Les autres se promènent ou fréquentent les cafés selon la météo.

Vers 11 h, une sonnerie de trompette annonce le repas.

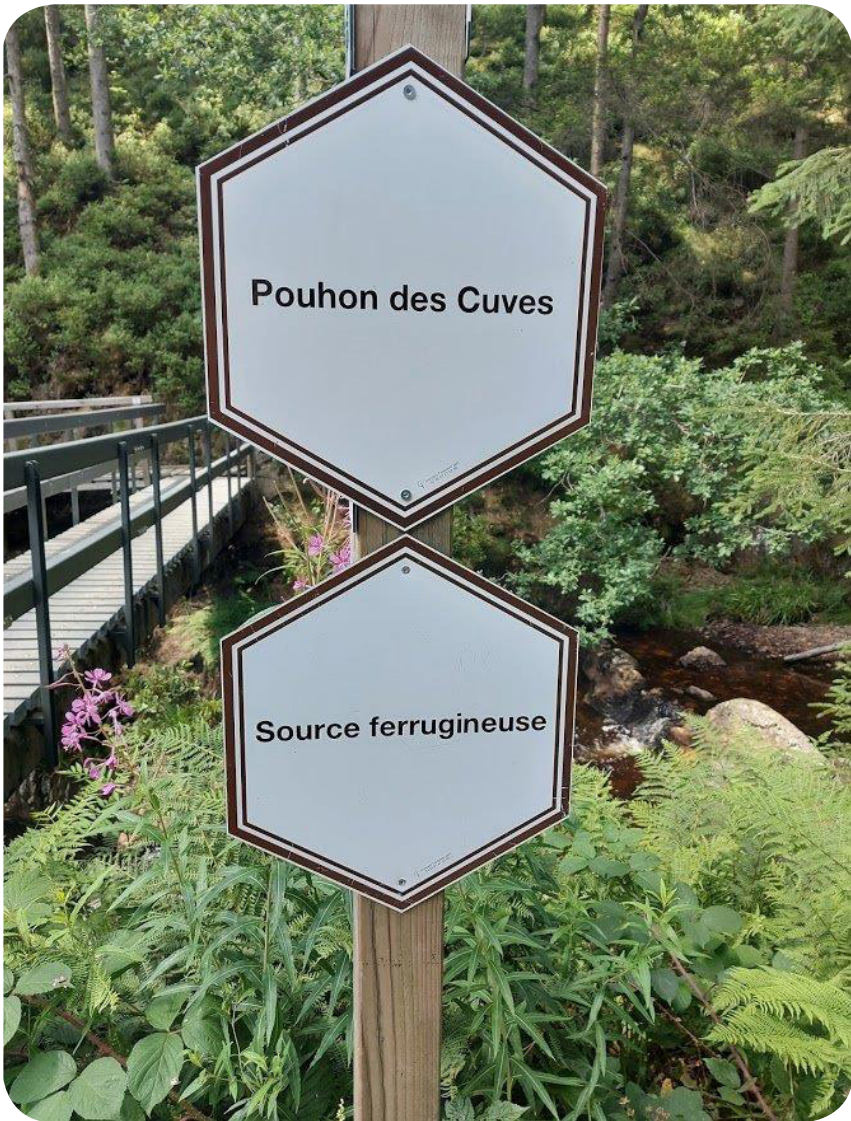
A 14 h, on se rend mutuellement visite, on se promène ou on assiste à une comédie.

A 18, c'est le souper habituellement léger.

A 7 h (19 h) on se promène dans le parc du même nom.

A 22 h les rues sont désertes sauf quand il y a bal mais on ne rentre jamais après minuit.

«Musée de la Ville d'eaux — Spa»



VII. Application des connaissances

En guise d'évaluation générale, nous vous proposons de partir d'un article de presse qui explique pourquoi l'entreprise Spa Monopole voudrait voir stopper les activités de l'aérodrome de Spa.

— Document 12 / https://www.rtb.be/info/regions/liege/detail_l-aerodrome-de-spa-va-t-il-se-retrouver-sans-permis-d-exploitation-en-ete?id=10187614



Pourquoi l'entreprise Spa Monopole considère-t-elle que l'aéroport est une menace ?

Qu'est-ce qu'une zone de captage ?

Quelles seraient les conséquences d'un accident d'avion dans la zone de captage si on constate une perte de carburant sur le sol ?

L'eau de Spa pourrait-elle encore être qualifiée de minérale ?

VIII. En conclusion : les paradoxes de l'eau de Spa

Notre recherche a fait surgir deux paradoxes qui ne vous auront sans doute pas échappé non plus. Tout d'abord, quand on s'intéresse au sous-sol de Spa, on voit que, passées les couches perméables de tourbe et de sable, on atteint assez vite une couche d'argile moins perméable et sous l'argile, se trouvent des roches denses (quartzites) où l'eau ne peut s'infiltrer que dans de minces fissures. Ce sous-sol est donc peu engageant pour y capter de l'eau. Les forages sont des travaux costauds. C'est vraiment la percolation ralentie par divers facteurs qui permet à l'eau de remplir les fractures de la roche.

Quels sont ces facteurs ?

- Un plateau qui empêche l'eau de ruisseler rapidement vers des altitudes moins élevées ;
- La sphaigne et la tourbe absorbent l'eau en grande quantité et lui permettent de percoler en douceur ;
- De même, les précipitations sous forme de neige permettent à l'eau de fondre, d'entrer en douceur dans le sous-sol et de trouver son chemin dans les failles rocheuses.

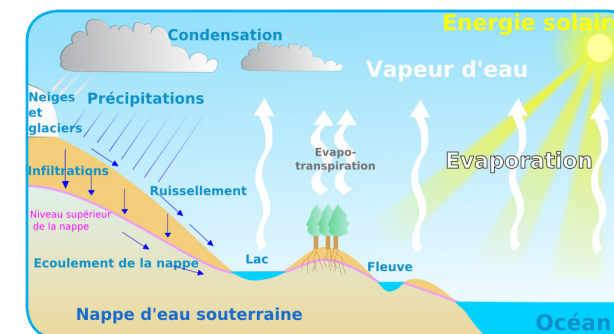
D'autre part, la réputation de Spa vient de la publicité faite par Pierre Le Grand et Marie-Henriette qui buvaient l'eau du pouhon, pétillante certes mais chargée en fer et ne plaisant pas à tout le monde. Aujourd'hui, c'est autour de sa très faible concentration en minéraux (38mg/L, une des plus faibles) et donc de sa pureté, que Spa Monopole base la publicité pour son eau © Spa Reine.

IX. Ce que l'enseignant doit savoir

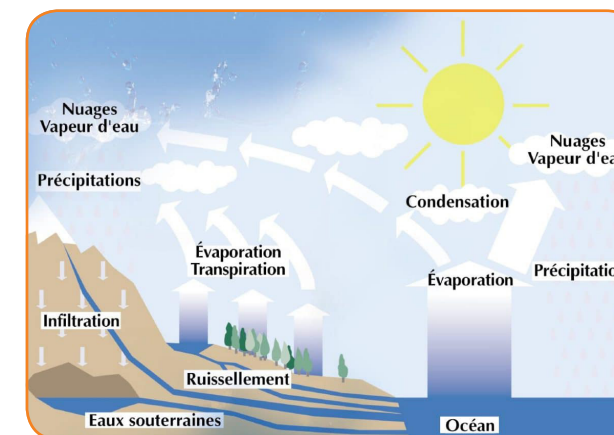
1. Le cycle de l'eau

Le cycle de l'eau est le processus selon lequel l'eau se déplace entre différents endroits, tout en changeant de forme et d'état. On parle de cycle puisque il n'y a aucune perte, la quantité d'eau qui entre dans ce processus reste toujours la même, elle subit juste des modifications d'états.

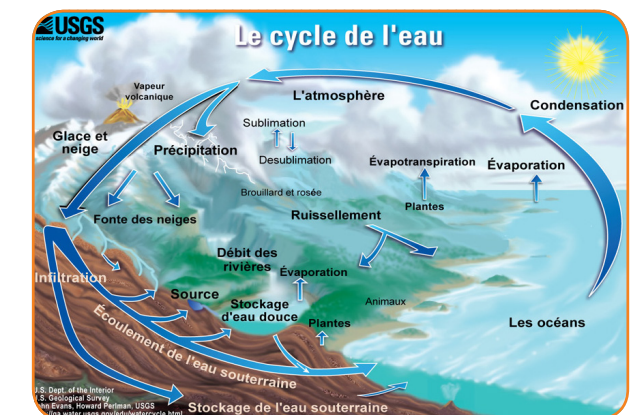
Il est vraiment très difficile de trouver sur internet un schéma correct. La plupart des schémas rencontrés sont souvent très, voire trop, simplifiés ou trop complexes pour nos élèves.



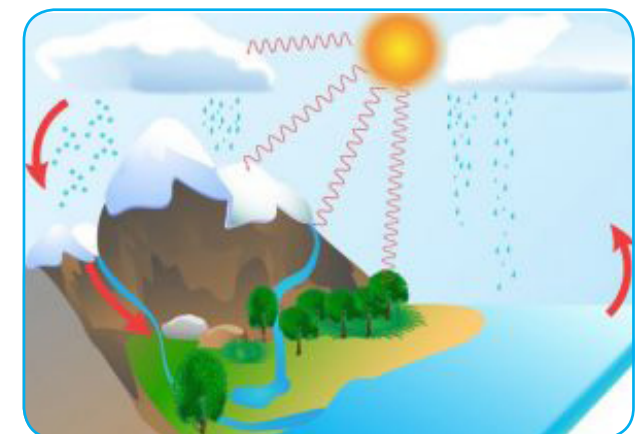
Celui-ci semble signifier qu'il fait toujours beau à la mer.



Celui-ci représente les eaux souterraines comme un « lac » homogène souterrain.



Celui-ci est très complet mais la quantité de vocabulaire spécifique nécessite un acquis solide sur les changements d'états. Certains mots ne se rapportent pas à un phénomène visible sur le schéma (animaux ?).



Celui-ci n'envisage pas le trajet souterrain de l'eau.

D'un point de vue didactique, il peut être très intéressant d'utiliser ce genre de schémas après la leçon et de demander aux élèves de critiquer eux-mêmes la représentation.

1. Les Hautes Fagnes

Le plateau des Hautes Fagnes est en quelque sorte l'aboutissement de la succession de crêtes et plateaux constituant l'Ardenne belge, prolongation naturelle des Ardennes françaises. L'Ardenne belge présente une orientation générale S.-O./N.-E. Ses premiers contreforts ont une altitude d'environ 400 mètres et culminent à 502m à la Croix Scaille dans la région de Gedinne. À l'opposé, à l'extrémité nord-est de l'Ardenne, dans la province de Liège, le plateau des Hautes Fagnes est généralement défini ici comme la région située à plus de 600m d'altitude autour du point culminant du pays (le signal de Botrange, 694m). Plusieurs cours d'eau, tels que la Vesdre, la Hoëgne, la Helle et la Roer, y prennent leur source. En raison principalement de son altitude, cette région est particulièrement intéressante du point de vue climatique. On y enregistre régulièrement des relevés météorologiques remarquables pour notre pays, notamment en ce qui concerne les températures, les précipitations et l'enneigement.



Carte de la partie centrale du plateau des Hautes-Fagnes. La région reprise ici couvre environ 10 km u 7 km (extrait de l'Atlas Topographique Belgique au 1:50 000 de l'IGN, 2002).

En ce qui concerne les températures, le facteur de l'altitude explique pour une bonne part que les températures moyennes sur le plateau fagnard sont plus basses qu'ailleurs. En effet, forcée par le relief à s'élever, une masse d'air se refroidit avec l'altitude.

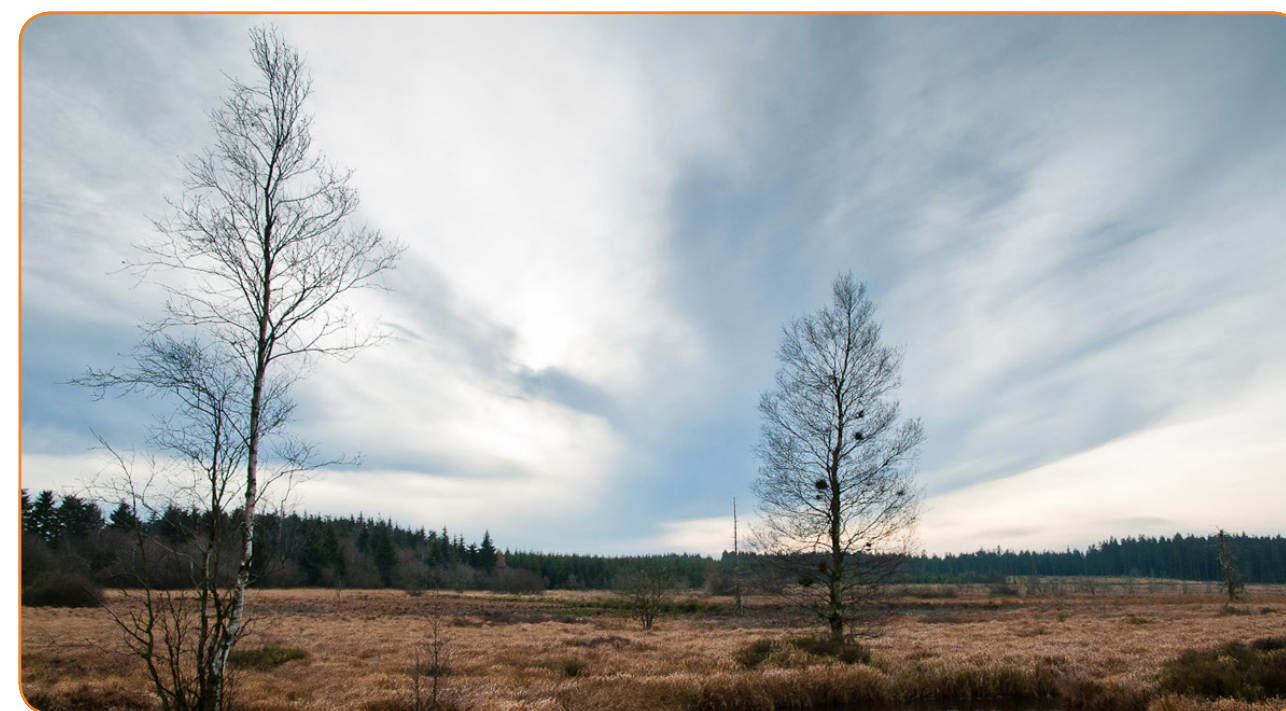
Dans les basses couches de l'atmosphère, l'air est constitué d'un mélange d'air sec et de vapeur d'eau. Dans ces conditions, le gradient de refroidissement est d'environ 0,6°C pour 100m. Par rapport aux régions de basse et moyenne Belgique, la température au sommet du plateau sera donc plus basse en moyenne d'environ 4°C uniquement du fait de l'altitude.

Les précipitations sont un autre paramètre qui présente des valeurs remarquables dans les Hautes Fagnes. Dans nos régions, l'altitude est un facteur qui augmente sensiblement les quantités de précipitations. Comme les températures dans les Hautes-Fagnes sont généralement plus basses que dans la plaine, la vapeur d'eau contenue dans une masse d'air va se condenser plus vite sur les sommets (plus l'air est froid, moins il peut contenir de vapeur d'eau), formant ainsi des nuages pouvant donner lieu à des précipitations.

Le type de précipitations est également révélateur du climat particulier régnant dans les Hautes Fagnes. De manière générale, on sait que la fréquence de la bruine est environ deux fois plus élevée en Ardenne qu'à la Côte. Alors que la pluie est habituellement associée à des perturbations qui se déplacent, la bruine peut être produite in situ, au départ de stratus bas dans lesquels se développe une turbulence de l'air. Sommet de l'Ardenne, les Hautes-Fagnes sont ainsi souvent « dans les nuages » (au sens propre), au sein desquels peut se former la bruine. D'autre part, un stratus au niveau du sol équivaut à du brouillard, ce qui explique aussi dans la région la fréquence plus élevée qu'ailleurs du nombre de jours de brouillard.

L'abondance des chutes de neige et de l'enneigement du sol est un autre phénomène climatologique remarquable caractérisant la région des Hautes Fagnes. Le régime des vents dominants qui prévaut sur le plateau, comme sur le reste du pays d'ailleurs, suit une orientation O.-S.-O./E.-N.-E., y compris en hiver. Cependant, il est intéressant de constater que lors des épisodes neigeux, ce sont dans la majorité des cas des vents orientés au N.-N.-O. qui s'avèrent prépondérants dans l'apport des chutes de neige. Ces vents d'origine polaire, qui ont eu l'occasion de se charger en humidité lors de leur passage au-dessus de la mer du Nord, transportent les précipitations qui viennent se heurter de plein front au relief fagnard, première barrière naturelle rencontrée depuis la mer. Cette ascension forcée des masses d'air provoque alors les importantes précipitations neigeuses dont bénéficie le sommet des Hautes Fagnes, autour du Signal de Botrange. À l'inverse, l'Ardenne centrale, située plus en retrait, doit souvent se contenter de chutes de neige moins abondantes et par conséquent d'un enneigement du sol sensiblement plus faible.

Pour les hivers couvrant la période 1987-2004, une comparaison entre deux stations d'altitudes quasi égales, l'une située dans le voisinage immédiat du plateau fagnard (Elsenborn, altitude 570m) et l'autre au cœur de l'Ardenne (Saint-Hubert, altitude 556m), a ainsi permis de déterminer que le nombre total de jours où l'enneigement égalait ou dépassait 30cm était huit fois plus élevé dans la première station que dans la seconde (122 jours contre 15 jours).



3. Origine ferrugineuse et carbogazeuse de l'eau de Spa

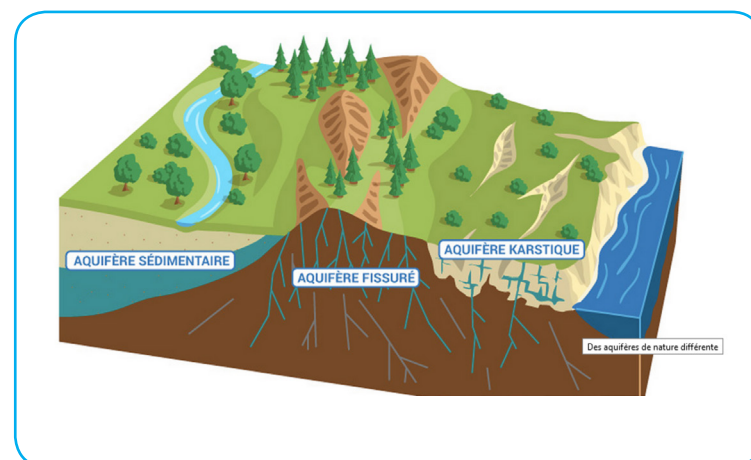
Les caractéristiques de l'eau de Spa sont dues à la présence de deux phénomènes naturels: la fagne et l'acide carbonique naturel. Le plateau des Hautes Fagnes est recouvert de tourbe et d'argile. La tourbe est constituée par la lente accumulation de sphaigne en décomposition. La pluie et les neiges fondantes traversent ces filtres naturels et aboutissent dans le sous-sol constitué de schistes et de quartz contenant de la pyrite (FeS_2).

L'eau légèrement acidifiée par la pollution de l'air, son passage dans la tourbe et dans la pyrite, traverse des roches fissurées et finit par atteindre des roches carbonatées (calcaire). Il semblerait que l'eau acidifiée attaque les carbonates qui libèrent du gaz carbonique (CO_2) et forme de l'acide carbonique qui lui-même va continuer à attaquer les carbonates et relâcher du CO_2 .

Eau acide + calcaire -----> gaz carbonique + acide carbonique

De grosses quantités d'acide et de gaz carbonique sont ainsi libérées. L'acide produit va permettre à l'eau de désintégrer les roches du sous-sol contenant du fer et du manganèse. L'eau qui sort des sources présentes dans ces régions est donc gazeuse et a un goût de fer très prononcé. C'est un pouhon: une source d'eau minérale ferrugineuse et carbogazeuse⁷. C'est le cas de la Source Marie-Henriette.

4. Les différents réservoirs naturels



On peut considérer qu'en fonction des caractéristiques et de la nature des roches, on peut trouver 3 grands types de réservoir:

- **Réservoir poreux:** composé de roches sédimentaires poreuses comme, par exemple, le calcaire ou le grès. Dans ces pores, l'eau des précipitations est stockée et accumulée.
- **Réservoir fissuré:** composé de roches non poreuses (pas de stockage d'eau dans les pores) mais roches fracturées et fissurées où l'eau peut se stocker (exemple: granite, basalte, roches magmatiques en général, calcaire micritique). Pour qu'il y ait stockage, il faut qu'il y ait suffisamment de fissures et que les fissures soient interconnectées pour que l'eau puisse circuler et s'accumuler. Plus on va en profondeur, moins il y a de fissures.
- **Réservoir karstique:** milieu carbonaté, calcaire qui subit le phénomène de dissolution de la dissolution. Il est d'abord fissuré puis formé de conduits et de grottes. Le milieu est hétérogène quelle que soit l'échelle.

⁷ Dans certains pouhons, on note la présence de sulfure de fer (H_2S) à l'odeur caractéristique d'œuf pourri

Il est important de retenir que selon le type de réservoir, les vitesses de transfert d'eau et des polluants seront différents:

- **Milieu poreux:** une gouttelette d'eau met 1 an pour parcourir, en horizontal, 1km.
- **Milieu saturé:** une gouttelette d'eau met 3 à 6 mois pour parcourir, en horizontal, 1km.
- **Milieu karstique:** une gouttelette d'eau met 1 à 30 heures pour parcourir, en horizontal, 1km.

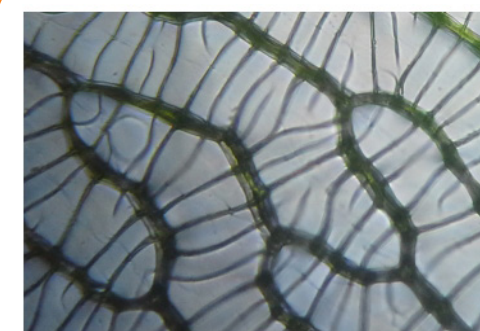
On en déduit ainsi la notion de vulnérabilité du milieu: comment le milieu va réagir face à une pollution de surface. Dans un milieu karstique, le risque est plus élevé car l'eau circule très rapidement; il est plus vulnérable que le milieu poreux. Le milieu poreux est le milieu le moins vulnérable car sa vitesse de transfert est plus faible.

5. La sphaigne et la tourbe

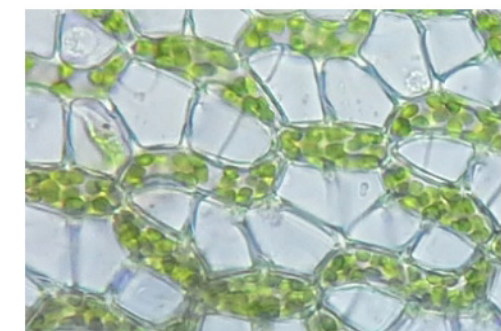
Lorsque la lande est détrempée, elle se couvre de sphaignes, qui absorbent l'eau comme des éponges. Lorsque cette mousse meurt, elle est décomposée en partie par des bactéries qui utilisent de l'oxygène pour leur respiration et rejettent du dioxyde de carbone.



L'eau en présence de dioxyde de carbone s'acidifie. Cet acide présent dans le sol ralentit la décomposition de la sphaigne qui s'accumule en formant d'épaisses couches de tourbe. Sur les plateaux humides, ce processus conduit à la formation d'une surface marécageuse qui recouvre de grands espaces. Chaque « brin » de mousse présente deux types de cellules; en hauteur se trouvent les cellules vivantes, petites, vertes (cellules chlorophylliennes) alors qu'à sa base, la tige conserve des cellules grandes, claires qui sont mortes mais sont encore structurales, stockant de l'eau et quelques minéraux dans les vides de contenu cellulaire grâce à une paroi qui reste étanche durant des années, souvent renforcée par des anneaux cellulodiques, appelés « fibrilles », qui évitent leur déformation par l'eau.



Cellules de sphaignes déshydratés gx400



Cellules de sphaignes après hydratation gx400

6. Les différentes eaux de Spa



Pendant son voyage de 2 à 3 ans l'eau de Spa Reine® percole dans des roches qui sont très peu minéralisées. Elle n'entraîne donc qu'une partie infime de minéraux. Spa Reine® est une des eaux les plus faiblement minéralisées du monde et peut se boire à volonté.

L'eau de Spa Intense® est filtrée pendant 4 à 5 ans avant de remonter à la source. On y ajoute du gaz carbonique à l'usine pour la rendre intensément pétillante.

L'eau de Spa Finesse®, provenant de la source Marie-Henriette, est filtrée pendant 50 ans. Elle descend plus en profondeur et rencontre une couche de carbonates qui dégagent du gaz carbonique. Elle est naturellement et finement pétillante. Avant sa mise en bouteille, elle est pulvérisée en micro gouttelettes. Le fer qu'elle contient s'oxyde au contact de l'oxygène de l'air et reste piégé dans le filtre à sable qui suit l'étape de pulvérisation.

Si vous voulez tout savoir sur les différentes eaux de Spa nous vous conseillons d'aller visiter «L'Eaudyssée» dans l'entreprise Spa Monopole: les différentes eaux de Spa n'auront plus de secret pour vous!
<https://www.spa.be/fr/eaudyssee>

X. Matériel disponible en prêt

- Un classeur avec tous les documents pouvant servir aux séquences en classe;
- Le matériel pour les expériences:

1. Vitesse de passage de l'eau à travers le sol:

- 3 entonnoirs;
- 3 cylindres gradués;
- 3 récipients doseurs;
- Filtres à café;
- Sable, tourbe, Argile;
- Un échantillon de quartzite.

2. Pouvoir absorbant de la sphaigne:

- Balance de cuisine;
- Récipient transparent;
- Sphaigne (à se procurer);
- Papier absorbant (à se procurer).

3. Production de dioxyde de carbone par l'eau acide sur le calcaire:

- Chlorure d'hydrogène (= acide chlorhydrique = esprit de sel) dilué (10% max);
- Compte-gouttes ou pipettes;
- Craie (= calcaire = carbonate de calcium);
- Morceaux de grès, de schiste, de calcaire;
- Vinaigre et jus de citron (à se procurer).

XI. Ressources

Rédaction:

–Raphaëlle STRIJCKMANS

Ressources documentaires:

- L. M.CRISMER, *Les eaux de Spa*, ©Spa Monopole S.A. Pré-Press Group De Schutter Anvers/Bruxelles, 1989.
- P. MORMAL et C. TRICOT, *Aperçu climatique des Hautes Fagnes*, IRM, 2004.
- <https://www.eaufrance.fr/les-eaux-souterraines-des-systemes-dynamiques>
- <https://purete.spa.be/>
- <https://www.superprof.fr/ressources/scolaire/physique-chimie/ps-college/ps-College-5e/boucle-liquide-terre.html>
- <https://www.ostbelgien.eu/fr/que-faire/ou-aller/hautes-fagnes/tout-savoir-sur-les-hautes-fagnes>
- <http://www.sparealites.be/la-nouvelle-fontaine-du-pouhon-pierre-le-grand>

Personnes — ressources:

- Agathe DEFOURNY, ingénieure doctorante en hydro-géologie
- Nadine FRAUSSEN, guide à l'Eaudyssée de Spa
- Steve GUSTIN, employé à l'Office du Tourisme de Spa
- Pascal MORMAL, climatologue à l'IRM

Conseils didactiques et relecture:

- Sabine DARO, biologiste, présidente de l'ASBL Hypothèse
- Francis SCHOEBRECHTS, chimiste, membre de l'ASBL Hypothèse

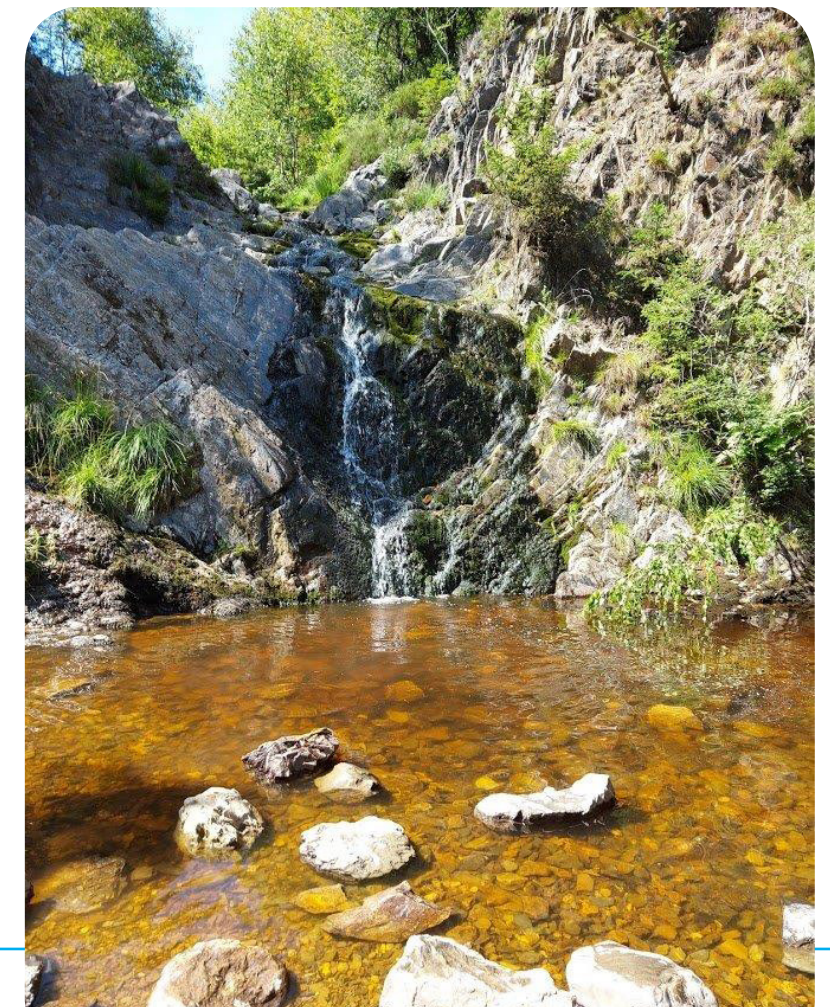
Graphisme et mise en page:

–Doris MICHEL

Date de parution: Septembre 2020



Cascade du Bayehon



PROJETS

ÉCOLES – MUSÉES

Une initiative de l'ASBL Hypothèse

