

Mission de l'aventure du cycle 3 :**Y a-t-il quelque chose dans l'eau de boisson ?****Informations pour les enseignants****Situation proposée**

A travers cette mission, les élèves vont être amenés à découvrir :

- qu'une eau minérale et par extension les eaux de boisson contiennent des sels minéraux.
- que selon le type d'eau minérale, la composition chimique n'est pas la même.
- que la composition chimique d'une eau minérale dépend de la nature du sol qu'elle a traversé.

Une phase expérimentale permettra aux élèves de mettre en évidence la présence des sels minéraux dans les eaux minérales.

Pour mener cette recherche, les élèves auront à leur disposition différents documents :

- des étiquettes d'eaux minérales connues : Vittel, Evian, Volvic
- un texte informatif sur la composition des eaux minérales et des eaux de source en fonction du sous-sol qu'elles traversent.
- des documents sur les marais salants et la manière de « récupérer du sel dissous dans l'eau ».

Quelques éléments scientifiques**a. Les eaux minérales et les eaux de source :**

=> **Les points communs :** Elles proviennent de nappes d'eau souterraines qui sont protégées de toute pollution humaine. Elles sont donc potables et ne subissent aucun traitement de désinfection. Lors de la mise en bouteille, elles ne sont jamais en contact avec l'air ambiant.

Leur composition en minéraux correspond à la nature des roches qu'elles traversent dans le sous-sol.

=> **Les différences :**

- **Les eaux minérales** ont leur composition chimique en minéraux qui est toujours stable dans le temps. Elles ont des propriétés favorables à la santé, reconnues par l'Académie de

Médecine. Le terme « eau minérale » est indiqué sur l'étiquette de la bouteille. Les eaux d'Evian, de Vittel, de Volvic sont des eaux minérales.

- **Les eaux de source** ont leur composition chimique en minéraux qui n'est pas toujours stable dans le temps au niveau de la source. Le terme « eau de source » est indiqué sur l'étiquette de la bouteille.

b. L'eau du robinet :

L'eau distribuée au robinet provient de différents sites : des eaux de surface (lacs, rivières, fleuves), des eaux souterraines (nappes phréatiques).

Pour répondre aux normes de potabilité, l'eau du robinet subit différents traitements avant d'être distribuée. Ces traitements utilisent différents procédés chimiques (chloration, ozonation, ...) et physiques (filtration, floculation ...).

c. La dissolution d'un sel minéral dans l'eau :

Lors des précipitations, une partie de l'eau de pluie s'évapore, une autre ruisselle en surface pour rejoindre les cours d'eau de surface, une autre pénètre dans le sol pour suivre un cheminement à travers différentes roches et ressort en aval au niveau d'une résurgence (source).

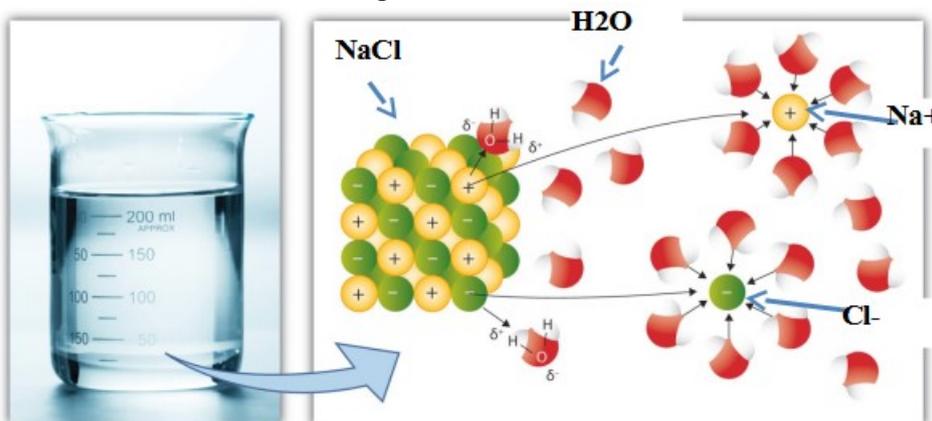
Lorsqu'elle chemine dans le sous-sol, l'eau, de par la nature de sa molécule (H_2O) a la capacité de dissoudre au passage les sels minéraux des roches qu'elle traverse ou sur lesquelles elle ruisselle.

Prenons par exemple du sel de table. Ce sel dont le nom chimique est chlorure de sodium ($NaCl$) peut se dissoudre dans l'eau (H_2O).

Le procédé est le suivant :

L'eau H_2O (qui peut se décomposer en H^+ et OH^-) va dissoudre le chlorure de sodium en « cassant » et dispersant la molécule $NaCl$ (solide) qui devient Na^+ et Cl^- (décomposition sous forme ionique).

Le schéma ci-dessous illustre le phénomène de dissolution du sel dans l'eau :



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Dissolution_\(chimie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Dissolution_(chimie))

Par extension, cette explication permet de comprendre le phénomène de dissolution, par l'eau de pluie, des sels minéraux contenus dans les roches. **d. La lecture des étiquettes des bouteilles d'eaux minérales :**

On retrouve sur les étiquettes d'eaux minérales la composition minérale de l'eau correspondante.

=> Prenons par exemple l'étiquette de l'eau d'Evian.

Minéralisation totale / Samenstelling (mg/l)			
Calcium Ca ⁺⁺	80	Bicarbonates HCO ₃ ⁻	360
Magnésium Mg ⁺⁺	26	Sulfates SO ₄ ⁻	14
Sodium Na ⁺	6,5	Chlorures Cl ⁻	10
Potassium K ⁺	1	Nitrates NO ₃ ⁻	3,8
Silice SiO ₂	15		
Teneur totale en sels minéraux à / Hoeveelheid minerale zouten bij 180°C : 345mg/l - pH = 7,2			

Composition minérale /minéralisation de l'eau sous forme ionique (Ca⁺⁺, HCO₃⁻ ...) qui correspond aux sels minéraux qui ont été dissous suite au trajet de l'eau à travers les roches.

Teneur totale en sels minéraux / Résidu sec correspond à la quantité de sels minéraux recueillis après chauffage d'1l d'eau à 180 degrés.

Les eaux dont le résidu sec est :

- inférieur à 500 mg/l sont considérées comme peu minéralisées.
- supérieur à 1500 mg/l sont considérées comme très minéralisées.

Remarque à propos de la distinction

« minéralisation » et « teneur totale en sels minéraux ou résidu sec » indiquées sur les étiquettes :

Si l'on fait la somme des composés minéraux indiqués sur l'étiquette et que l'on compare le résultat à la teneur totale en sels minéraux ou résidu sec à 180° inscrit sur l'étiquette, on ne trouve pas le même nombre. En règle générale, on trouve que la teneur totale en minéraux est supérieure au résidu sec. Cela est tout à fait normal, le résidu sec ne correspond pas à la somme des composés minéraux contenus dans l'eau.

Voici une explication chimique simplifiée du phénomène. Si on reprend l'étiquette de l'eau d'Evian :

- la minéralisation totale est de : 516,3 mg/l (somme de Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, HCO₃⁻ etc ...)

- le résidu sec à 180 ° est de : 345 mg/l (inscrit sur l'étiquette).

Minéralisation totale / Samenstelling (mg/l)			
Calcium Ca ⁺⁺	80	Bicarbonates HCO ₃ ⁻	360
Magnésium Mg ⁺⁺	26	Sulfates SO ₄ ⁻	14
Sodium Na ⁺	6,5	Chlorures Cl ⁻	10
Potassium K ⁺	1	Nitrates NO ₃ ⁻	3,8
Silice SiO ₂	15		
Teneur totale en sels minéraux à / Hoeveelheid minerale zouten bij 180°C : 345mg/l - pH = 7,2			

Où est passé ce qu'il manque ? C'est là qu'Antoine Lavoisier peut nous venir en aide. Rappelons-nous sa maxime « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme ». Voilà la clé.

Lors du chauffage à 180 degrés d'un échantillon d'eau, des réactions chimiques vont se produire avec les composés présents dans l'eau. Certains d'entre eux après transformation chimique resteront dans l'eau, d'autres s'évaporeront. Le résidu sec correspond aux composés (sels minéraux) restants.

Allons un peu plus loin dans la chimie.

Ca⁺⁺(calcium), Mg⁺⁺(magnésium), HCO₃⁻(bicarbonate), NO₃⁻ (nitrate), etc ... correspondent à des composés minéraux dissouts dans l'eau. Mais ces composés ont la capacité de se combiner.

Par exemple à température ambiante, le bicarbonate peut se combiner avec le calcium pour donner du bicarbonate de calcium Ca(HCO₃)₂. Le bicarbonate peut se combiner avec le magnésium pour donner du bicarbonate de magnésium (ou hydrogénocarbonate de magnésium) Mg(HCO₃)₂.

Minéralisation totale / Samenstelling (mg/l)			
Calcium Ca ⁺⁺	85	Bicarbonates HCO ₃ ⁻	360
Magnésium Mg	26	Sulfates SO ₄ ⁻²	14
Sodium Na ⁺	6,5	Chlorures Cl ⁻	10
Potassium K ⁺	1	Nitrates NO ₃ ⁻	3,8
Silice SiO ₂	15		
Teneur totale en sels minéraux à / Hoeveelheid minerale zouten bij 180°C : 345mg/l - pH = 7,2			

Quand on chauffe l'eau d'Evian à 180 degrés, le bicarbonate de calcium va se transformer en carbonate de calcium associé avec de l'eau et du gaz carbonique.

La réaction chimique est la suivante :

Ca(HCO₃)₂ (bicarbonate de calcium) \rightarrow CaCO₃(carbonate de calcium) + H₂O (eau) + CO₂ (gaz carbonique)

Au cours de la réaction chimique, sous l'effet de la chaleur, l'eau et le gaz carbonique s'évaporent. On retrouvera dans le résidu sec le carbonate de calcium qui pèse moins lourd que le bicarbonate de calcium de départ.

On pourrait reprendre cette explication pour chaque composé. Ceci explique que la masse des sels minéraux contenus dans le résidu sec est inférieure à la somme des composés initiaux dissouts dans l'eau.

Pour les élèves :

Si les élèves constatent cette différence entre minéralisation et résidu à sec, on pourra leur expliquer qu'une partie des sels minéraux se transforment avec la chaleur pour former des gaz qui vont s'évaporer.

La mission en classe : un déroulement possible**Matériel :**

- eau de Vittel, d'Evian, de Volvic
- récipients en verre : soit assiettes plates ou pots
- un verre doseur

La mission débute par un repérage géographique des villes qui seront le support de l'aventure.

Voici des pistes d'exploitation avec les élèves :

- engager les élèves à effectuer le calcul de distances lors du tracé du trajet.
- présenter des photos des villes, des paysages concernés par la mission.

Enquête 1 :

Avant la dégustation des eaux minérales, rappeler aux élèves les précautions à prendre avant de goûter une boisson :

- demander à un adulte pour être certain de sa provenance
- surtout ne rien goûter si on ne sait pas d'où cela provient.

Pour l'analyse gustative des eaux proposées indiquer aux élèves de :

- garder une gorgée d'eau dans la bouche quelques secondes avant de l'avaler
- recommencer plusieurs fois.
- nommer les sensations : eau « plus épaisse », « plus légère » ...

L'eau de Vittel se distingue assez facilement des eaux de Volvic et d'Evian de par sa plus grande minéralisation. C'est une eau qui semble plus « dense », « plus lourde » en bouche.

Les eaux d'Evian et de Volvic sont moins aisées à distinguer l'une de l'autre. Cependant plusieurs essais permettront de percevoir une différence.

La dégustation pourra être proposée en fin de matinée ou en fin d'après-midi, sur des temps éloignés des repas. Les perceptions gustatives en seront affinées.

L'objectif ici est que les élèves perçoivent au moins une différence entre l'eau de Vittel et les autres.

Il est conseillé aux enseignants d'essayer préalablement de manière à aider les élèves dans la prise de conscience de leurs perceptions gustatives.

Enquête 2 :

Le renseignement du tableau permettra aux élèves de mettre en évidence que la composition minérale est différente entre les trois eaux.

Voici des pistes d'exploitation avec les élèves :

- comparer les éléments présents ou non dans les différentes eaux. Par exemple la silice n'est pas présente dans l'eau de Vittel.
- mettre en relation avec la nature des roches traversées. Les liens ci-dessous apportent des éléments d'information.

=> **Evian :**

<http://www.apieme-evian.com/protectionnature/0/5-1-4-une-circulation-et-une-mineralisation-specifiques>

https://www.evian.fr/decouvrir_evian/creee_par_la_nature/une_source_nee_au_coeur_des_alpes.html (Vidéo)

=> **Volvic :**

https://www.volvic.fr/creee_par_la_nature/composition_de_l_eau_minerale_volvic_une_mineralite_unique.html

https://www.volvic.fr/creee_par_la_nature/nee_au_coeur_des_volcans_d_auvergne.html (vidéo)

=> **Vittel :**

<https://www.nestle-waters.fr/nous-connaître/10-marques-sur-le-territoire/vittel>

<https://www4.ac-nancy-metz.fr/base-geol/fiche.php?dossier=131&p=3descrip> (coupe géologique du secteur de Vittel).

Enquête 3 :

Cette enquête correspond à une phase expérimentale où il s'agira de mettre en évidence, grâce à l'évaporation, les sels minéraux contenus dans chacune des eaux : Vittel, Evian, Volvic.

On pourra aussi demander aux élèves d'anticiper pour quelle eau minérale, le dépôt de sels minéraux sera le plus important. Les élèves devront s'appuyer sur le taux de résidu sec inscrit sur chacune des étiquettes des bouteilles.

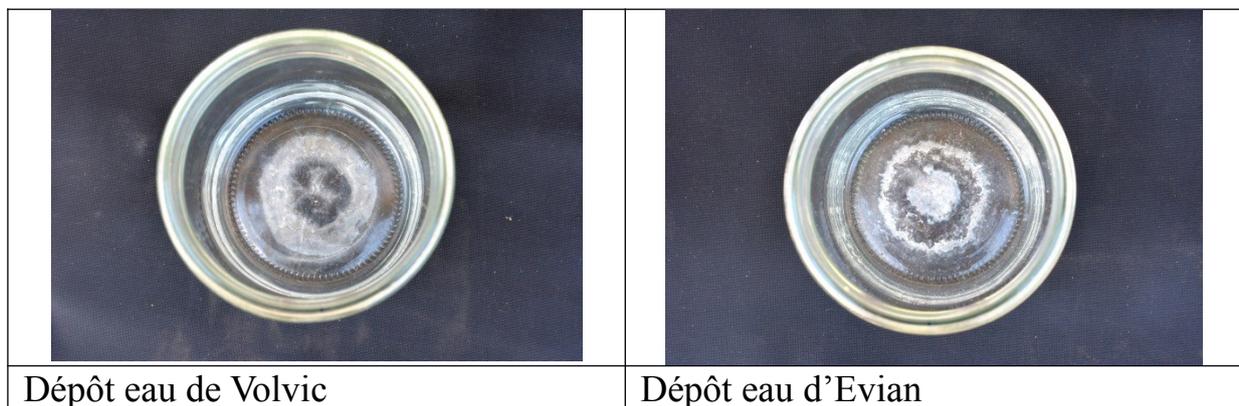
Par ordre croissant de concentration :

Volvic – Evian – Vittel.

=> Conseils pour la mise en place expérimentale :

- Se procurer de l'eau de Vittel, d'Evian, de Volvic.
- Utiliser soit des assiettes plates transparentes, soit des pots en verre transparents d'un diamètre minimum de 8 cm (pour favoriser l'évaporation et permettre aux élèves de toucher le dépôt résiduel après évaporation).
- Une quantité de 25 ml d'eau est suffisante pour voir un dépôt de sels minéraux (dépôt blanchâtre) en fin d'évaporation. Le temps d'évaporation à température ambiante (20 degrés) dure entre 10 jours à 15 jours. On peut accélérer l'évaporation en plaçant les récipients sur un radiateur ou au soleil.

Pour favoriser l'observation en fin d'évaporation, le fait de placer les assiettes ou les pots en verre sur un fond foncé (feuille de dessin noire, tissu noir ...) permet de faire ressortir visuellement le dépôt. (cf. Photos).





L'observation visuelle n'est parfois pas suffisante pour vérifier le classement des concentrations en sels minéraux. Il suffit de demander aux élèves de toucher le dépôt de chaque contenant. Plus la quantité de sels minéraux déposés est importante et plus un aspect granuleux est perceptible au toucher.

Vittel : granuleux.

Evian : moyennement granuleux.

Volvic : peu granuleux presque lisse.

Pour aller plus loin :

Et dans l'eau du robinet de votre commune ? Y a-t-il des sels minéraux ?

=> Vous pourrez mettre en place la même expérimentation pour voir s'il y a ou non des sels minéraux dans l'eau du robinet de la commune de l'école.

=> Vous pourrez aussi lire le résultat d'analyse de l'eau du robinet de votre commune en allant sur le site : <https://orobnat.sante.gouv.fr/orobnat/rechercherResultatQualite.do>

Vous choisissez le département « Saône et Loire » et le nom de votre commune.

<https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/cartes-geologiques>

Les eaux gazeuses : pourquoi y a-t-il des bulles ?

Le lien suivant (page du site « doctissimo ») donne des éléments sur l'eau gazeuse :

<http://www.doctissimo.fr/html/nutrition/dossiers/eau/articles/15024-eau-gazeifiee.htm>

Le lien suivant amène sur le site de l'eau gazeuse Vichy Célestin qui est une eau naturellement gazeuse.

<http://www.vichy-celestins.com/la-source-des-celestins/un-parcours-au-coeur-de-l-auvergne.html>

Une recherche documentaire pourra aussi être effectuée sur le fonctionnement des machines à fabriquer de l'eau gazeuse qui sont commercialisées.

Le risque de pollution des nappes phréatiques par les engrais :

Ce lien amène sur une page du site La Main à la Pâte. Il s'agit du déroulement d'une séquence effectuée en cycle 3 qui modélise le phénomène de la pollution des eaux souterraines par les engrais chimiques déposés en surface. Cette page est riche en traces écrites d'élèves.

<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11087/4-infiltration-et-risque-de-pollution-par-les-engrais>