

Les eaux minérales

DOC1 : Les eaux de consommation, une histoire de ruissellement et d'infiltration

▪ Les eaux que l'on boit quotidiennement proviennent :

- soit du *ruissellement des précipitations* (pluies, neige, grêle) sur le sol ; c'est l'origine principale de l'eau dite « **du robinet** »

- soit de *l'infiltration des eaux de pluies* à travers la roche. Le dioxyde de carbone (CO₂) présent dans l'atmosphère se dissout dans l'eau de pluie pour former de l'acide carbonique qui, une fois en contact avec les roches, les dissout lentement. Les eaux se chargent alors de minéraux (ions) au cours de leur infiltration ; on obtient des eaux dite « **de source** » ou des eaux dite « **minérale** »

Ce n'est pas la teneur totale en sels minéraux, qui confère à une eau le titre " d'Eau Minérale". Par exemple l'eau de Volvic n'a que 102 mg/L de sels minéraux alors que l'eau du robinet peut en contenir jusqu' à 1 500 mg/L.

→ **L'eau dite du "robinet"** est celle délivrée dans les agglomérations par un réseau de distribution. Elle subit généralement un traitement qui assure sa potabilité, mais qui peut lui donner un goût ou une odeur. L'eau du robinet a la réputation populaire de ne pas être naturelle, ni pure. Pourtant, elle répond à des normes physico-chimiques et bactériologiques strictement indiquées par des directives européennes.

→ **L'eau dite « de source »** a une origine souterraine ; elle provient donc d'eaux d'infiltration. Elle est naturellement pure, ne subit aucun traitement, mais doit se conformer aux mêmes normes de potabilité que l'eau du robinet.

Des eaux de sources portant le même nom, peuvent provenir de sources différentes et de régions très éloignées ; leur composition ionique peut alors changer suivant la région d'extraction.

Ce sont des eaux régionales, l'extraction étant en générale proche du lieu de consommation ; cette proximité permet de réduire le cout des transports, donc le prix de revient des eaux de source et par conséquence leur prix à la vente.

→ **L'eau dite « minérale »**, comme l'eau de source, a une origine souterraine. L'eau de pluie s'infiltré dans le sol, emprunte des fissures et s'enfonce profondément sous terre. Elle chemine très lentement et revient vers la surface pour émerger. Avant d'émerger, **l'eau d'Evian** est restée sous terre 14 ans, 50 ans pour **l'eau de Contrexéville** et 1400 à 5000 ans pour les eaux des Pyrénées (**Cauterets, Luchon**).

Au cours de ce long périple souterrain, l'eau dissout les terrains traversés et se charge en minéraux.

Elle est naturelle, et ne subit aucun traitement. Par contre sa composition chimique est constante, les différentes sources d'extraction étant proches les unes des autres.

Afin de garder une composition minérale constante, les grandes sources protègent leur environnement en définissant un vaste périmètre de protection en concertation avec les institutions locales et régionales.

De par son origine profonde et la température élevée à ces profondeurs, **l'eau minérale est à l'abri de la pollution**. Elle est captée en profondeur par forage, chaque fois que c'est possible, afin d'éviter la pollution de surface.

L'eau minérale n'obéit pas aux normes de potabilité appliquées à l'eau de source et du robinet. Elle est cependant autorisée à la consommation en vertu de ses vertus thérapeutiques.

DOC2 : Compositions moyennes d'eaux minérales données en mg/L

	Arvie	Carola	Contrex	Courmayer	Evian	Vichy St Yorre	Vittel	Volvic	Hépar
Sodium Na ⁺	650	131	9,4	0,6	6,5	1708	5,2	11,6	14,2
Potassium K ⁺	130	7	2,8	2,8	1	110	1,9	6,2	4,1
Calcium Ca ²⁺	170	80	468	564	80	90	240	11,5	549
Magnésium Mg ²⁺	92	24	74,5	56	26	11	42	8	119
Chlorure Cl ⁻	387	60	7,6	0,4	6,8	322	8	13,5	18,8
Nitrate NO ₃ ⁻	0	1	2,9	<2	3,8		4,6	6,3	4,3
Hydrogénocarbonate HCO ₃ ⁻	2195	427	372	130	360	4368	384	71	383,7
Sulfate SO ₄ ²⁻	31	145	1187	1472	12,6	174	400	8,1	1530
Total minéralisation	2520		2078	2170	309	4774	1084	130	25,3
pH	6,3		7,4	7,6	7,2	6,6	7,6	7	7,2

DOC3 : Normes de potabilité pour les eaux du robinet et les eaux de sources

ion	chlorure	sulfate	magnésium	sodium	potassium	nitrate	fluorure
Teneur maximale (mg/L)	200	250	50	150	12	50	1,5

DOC4 : Des eaux minérales bonnes pour la santé ?

▪ Les eaux minérales sont des eaux de sources qui présentent des propriétés particulières: elles contiennent des minéraux et des oligo-éléments qui peuvent leur conférer certaines vertus thérapeutiques. En France, une eau ne peut être qualifiée « minérale » que si elle a été reconnue ayant certaines vertus thérapeutiques, par l'Académie Nationale de Médecine.

→ Les eaux riches en magnésium sont à privilégier en cas de fatigue ou de constipation.

→ Les eaux riches en calcium sont à consommer par les personnes ayant des problèmes de digestion des produits laitiers.

→ Les eaux riches en ions hydrogénocarbonates favorisent la digestion en soulageant les brûlures d'estomac lors de repas copieux; en effet les ions hydrogénocarbonates (d'ailleurs utilisés dans de nombreux médicaments luttant contre l'acidité gastrique) réagissent avec l'acide présent dans l'estomac. Cette réaction dégage du dioxyde de carbone et fait éructer le consommateur

▪ Les eaux minérales ne respectent cependant pas tous les critères de potabilités, et une consommation exclusive de la même eau minérale peut avoir des effets néfastes sur la santé.

→ Les eaux riches en sodium sont à modérer quand on surveille ses apports en sel en cas de troubles cardio-vasculaires et celles

→ Les eaux riches en fluor peuvent devenir néfastes à trop forte dose en faisant apparaître des taches brunes sur l'émail des dents et en favorisant les maladies osseuses.

▪ D'une façon générale, il faut éviter de ne boire que de l'eau minérale et surtout de boire toujours la même eau minérale

1. Etude des documents

- 1) Que sont les minéraux en chimie ?
- 2) Comment une eau peut-elle se charger en minéraux lors de la traversée des roches ?
- 3) Comment peut-on expliquer la différence de minéralisation entre deux eaux ?
- 4) Quelle est la principale différence entre un eau du robinet et une eau de source ?
- 5) Quelle est le point commun entre une eau du robinet et une eau de source ?
- 6) Quelles sont les différences entre une eau de source et une eau minérale ?
- 7) Quel est le nom du gaz naturellement présent dans les eaux gazeuses ? Quelle est la conséquence de la présence de ce gaz sur le pH de l'eau ?
- 8) Montrer que les eaux minérales ne respectent pas les normes de potabilité de l'eau du robinet ; pourquoi les eaux minérales sont-elles tout de même autorisées à la consommation ?
- 9) Donner des exemples d'eau à consommer afin de faciliter la digestion.
- 10) Quelles eaux peut-on conseiller à une personne consommant trop peu de produits laitiers ?
- 11) Indiquer quelles sont les eaux qui sont fortement déconseillées lors d'un régime sans sel

2. Les eaux pétillantes

▪ EXP1/

- A l'aide d'un pH-mètre, mesurer le pH d'une eau pétillante (Vichy St Yorre)

→ Que constate-t-on ?

.....
.....

▪ EXP2/

- Verser un peu de cette eau pétillante dans un erlenmeyer ; rajouter un turbulent..

- Fermer l'erlenmeyer par un bouchon relié à un tube en caoutchouc.

- Placer l'erlen sur un agitateur magnétique chauffant ; mettre en route l'agitation et le chauffage.

- Faire barboter le gaz qui se dégage dans un bécher contenant de l'eau de chaux.

→ Faire un schéma du dispositif expérimental. Qu'observe-t-on ? Que peut-on en conclure ?

.....
.....
.....
.....
.....

▪ EXP3/

- Retirer le bouchon de l'erlen et continuer de chauffer doucement l'eau pendant plusieurs minutes, afin de la dégazer.

- Laisser refroidir l'eau et mesurer de nouveau son pH.

→ Que constate-t-on ? Que peut-on en conclure ?

.....
.....

▪ Lors du dégazage par chauffage, on a extrait le gaz de la boisson. Cela signifie que plus la boisson est chaude, moins elle contient de gaz.

→ Comment évolue la solubilité du gaz dans la boisson lorsque la température augmente?

.....

→ Quelles sont les précautions à prendre avec les boissons pétillantes ?

.....

3. Identification d'eaux minérales

▪ On peut mettre en évidence la présence d'un ion dans une solution en ajoutant quelques gouttes d'un réactif spécifique à quelques millilitres de solution

Ions en solution	Réactif utilisé	observations
Ion chlorure Cl^-	<i>Solution de nitrate d'argent</i>	<i>Précipité blanc qui noircit à la lumière</i>
Ion calcium Ca^{2+}	<i>Solution d'oxalate d'ammonium</i>	<i>Précipité blanc</i>
Ion sulfate SO_4^{2-}	<i>Solution de chlorure de baryum</i>	<i>Précipité blanc</i>

Pour un même volume de réactif versé et un même volume de solution testée, l'observation sera d'autant plus prononcée que la quantité d'ions présente en solution est importante

▪ On dispose de 3 flacons (notés A, B, et C) contenant des eaux minérales.



	Volvic	Vichy	Hépar
Ion chlorure Cl^-	13,5 mg/L	322 mg/L	18,8 mg/L
Ion calcium Ca^{2+}	11,5 mg/L	90 mg/L	549 mg/L
Ion sulfate SO_4^{2-}	8,1 mg/L	174 mg/L	1530 mg/L
pH	7	6,6	7,2

→ En utilisant les tests ci-dessus et les résultats des manipulations, identifier l'eau minérale présente dans chaque bécher.

Le bécher A contient l'eau

.....

Le bécher B contient l'eau

.....

Le bécher C contient l'eau

.....



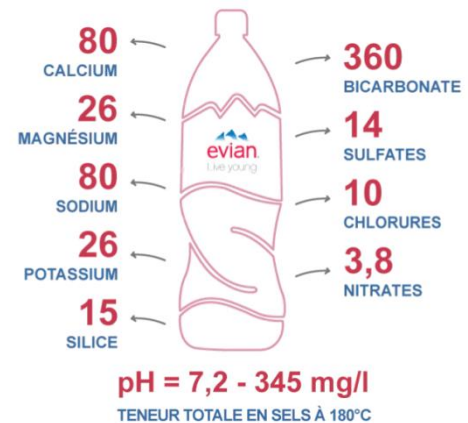
4. Dosage des ions bicarbonate dans l'eau d'Evian

▪ L'un des ions couramment cité dans la composition des eaux minérales, est l'ion hydrogencarbonate HCO_3^- (ou bicarbonate).

▪ La mention « bicarbonatée » signifie que la teneur en bicarbonate de l'eau est supérieure à 600 mg.L^{-1} .

Ces eaux, sont recommandées pour certains (*diabétiques, obèses*), déconseillées pour d'autres (*cardiaques, hypertendus*).

On doit donc faire attention aux concentrations indiquées et se donner les moyens de vérifier simplement ces valeurs.



▶▶▶ Principe du dosage

▪ On désire réaliser le dosage des ions hydrogencarbonate HCO_3^- présents dans l'eau d'Evian à l'aide d'acide chlorhydrique

▪ Lors du dosage, il y a une réaction entre les ions HCO_3^- de l'eau d'Evian et les ions H_3O^+ de l'acide chlorhydrique selon l'équation : $\text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

▪ Au cours du dosage, il faut déterminer « l'équivalence », c'est à dire le moment où la quantité d'ions H_3O^+ versés est égale à la quantité d'ions HCO_3^- présents initialement dans le bécher.

L'équivalence est détectée grâce au changement de couleur d'un indicateur coloré : le vert de bromocrésol.

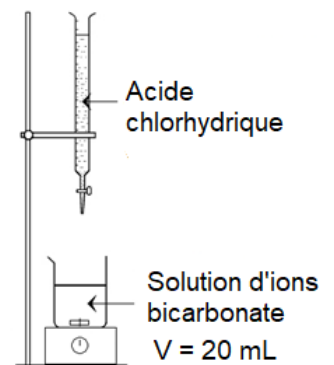
▪ On dispose de 3 solutions :

- Une solution **S** d'acide chlorhydrique
- Une solution **A** de concentration connue en ions bicarbonate : **305 mg/L**
- Une solution **B** : un échantillon d'eau minérale d'Evian de concentration inconnue en ions bicarbonate

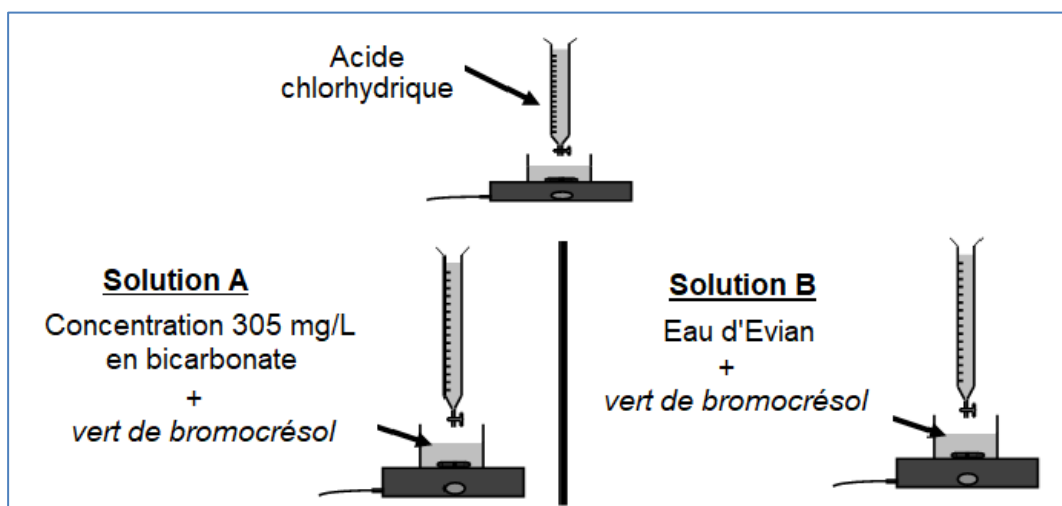
Et d'un indicateur coloré, **le vert de Bromocrésol**.

▪ On effectuera deux dosages :

- avec la solution A de concentration connue en ions bicarbonates
- avec la solution B d'eau d'Evian de concentration inconnue en ions bicarbonates



En comparant ces deux dosages, il sera alors possible de trouver la concentration en ions bicarbonates de l'eau d'Evian



►►► Protocole

- Remplir la burette avec la solution d'acide chlorhydrique

Dosage 1 :	Dosage 2 :
- Verser 20,0 mL de la solution A dans un erlenmeyer	- Verser 20,0 mL de l'eau d'Evian dans un erlenmeyer
- Rajouter 3 gouttes de vert de bromocrésol et un turbulent - Placer l'erlenmeyer sur un agitateur magnétique ; intercaler une feuille de papier blanc entre l'erlenmeyer et l'agitateur. - Verser doucement la solution d'acide chlorhydrique jusqu'à ce que le vert de bromocrésol, initialement vert, devienne bleu - Noter le volume d'acide chlorhydrique versé	

→ A l'aide d'une proportionnalité, déterminer la concentration en ions bicarbonate dans l'eau d'Evian

	solution	Teneur en ions bicarbonate	Volume d'acide versé à l'équivalence
Dosage 1	Solution étalon	305 mg/L	
Dosage 2	Evian	???	

→ Comparer le résultat trouvé à l'indication de l'étiquette en calculant un écart relatif

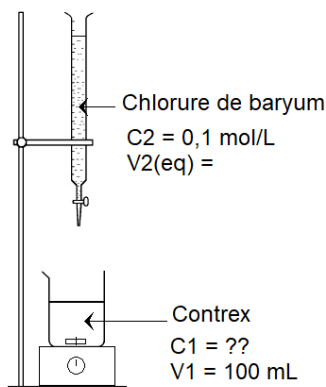
.....

5. Dosage des ions sulfate dans l'eau de Contrex

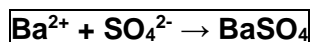


▪ On désire réaliser le dosage des ions SO_4^{2-} présents dans l'eau de Contrex à l'aide d'une solution de chlorure de baryum (Ba^{2+} , 2Cl^-).

►►► Principe du dosage



▪ Lors du dosage, il y a une réaction de précipitation entre les ions Ba^{2+} de la solution de chlorure de baryum et les ions SO_4^{2-} de l'eau de Contrex :



▪ Au cours du dosage, il faut déterminer « l'équivalence », c'est à dire le moment où la quantité d'ions Ba^{2+} versés est égale à la quantité d'ions SO_4^{2-} présents initialement dans le bécher.

L'équivalence est détectée grâce à de mesures de conductivités de la solution dans le bécher.

▪ On notera :

- V_1 le volume d'eau de Contrex dosé
- C_1 la concentration en ions SO_4^{2-} dans l'eau de Contrex
- $V_2(\text{eq})$ le volume de la solution de chlorure de baryum versé à l'équivalence
- C_2 la concentration molaire de la solution de chlorure de baryum

►►► Protocole

- Remplir la burette de la solution de chlorure de baryum
- Verser 100,0 mL d'eau de Contrex dans un gros bécher de 250 mL
- Mettre un turbulent dans le bécher et placer le bécher sur l'agitateur magnétique. Placer une sonde de conductimètre dans le bécher
- Verser mL par mL, la solution de chlorure de baryum et noter la conductivité de la solution dans le bécher pour chaque mL versé.

→ Sur Regressi, tracer la courbe donnant la conductivité de la solution en fonction du volume de solution de chlorure de baryum versé.

→ Donner l'allure de la courbe ; comment détecte-t-on l'équivalence du dosage sur la courbe ? Quel est le volume $V_2(\text{eq})$ de solution versée à l'équivalence ?

.....
.....
.....

→ Calculer la concentration massique de l'eau de Contrex en ions sulfate donnée par la relation :

$$C_m(\text{g.L}^{-1}) = 96,1 \times \frac{C_2 \times V_{2(\text{eq})}}{V_1} = \text{.....}$$

→ Sachant que l'étiquette de l'eau de Contrex indique : « SO_4^{2-} : 1121 mg.L⁻¹ », calculer l'écart relatif entre le résultat trouvé et l'indication de l'étiquette

.....
.....
.....

6. Dosage des ions chlorure dans l'eau de Vichy St Yorre



▪ On désire réaliser le dosage des ions chlorure Cl^- présents dans l'eau de Vichy st Yorre à l'aide d'une solution de nitrate d'argent

►►► Principe du dosage

▪ Lors du dosage, il y a une réaction entre les ions Cl^- de l'eau de vichy et les ions Ag^+ du nitrate d'argent selon l'équation : $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{AgCl}$

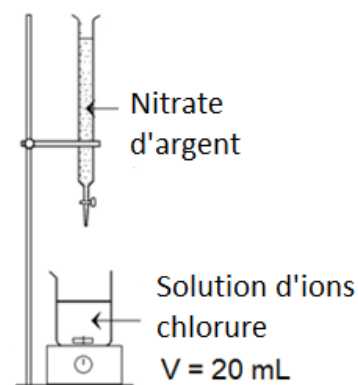
▪ Au cours du dosage, il faut déterminer « l'équivalence », c'est à dire le moment où la quantité d'ions Ag^+ versés est égale à la quantité d'ions Cl^- présents initialement dans le bécher.

L'équivalence est détectée grâce au changement de couleur d'un indicateur coloré : le chromate de potassium

▪ On dispose de 3 solutions :

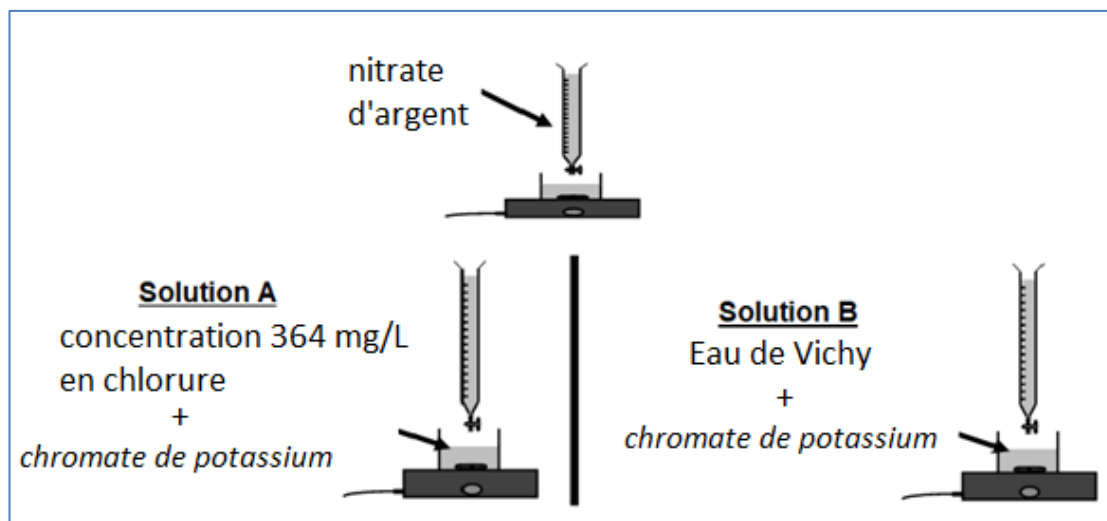
- Une solution **S** de nitrate d'argent
- Une solution **A** de concentration connue en ions chlorure : **364 mg/L**
- Une solution **B** : un échantillon d'eau minérale de vichy St Yorre de concentration inconnue en ions chlorure

Et d'un indicateur coloré, **le chromate de potassium**



- On effectuera deux dosages :
 - avec la solution A de concentration connue en ions chlorure
 - avec la solution B d'eau de Vichy de concentration inconnue en ions chlorure

En comparant ces deux dosages, il sera alors possible de trouver la concentration en ions chlorure de l'eau de Vichy St Yorre



►►► Protocole

- Remplir la burette avec la solution de nitrate d'argent	
Dosage 1 :	Dosage 2 :
- Verser 20,0 mL de la solution A dans un erlenmeyer	Verser 20,0 mL de l'eau de vichy dans un erlenmeyer
- Rajouter 3 gouttes de chromate de potassium et un turbulent - Placer l'erlenmeyer sur un agitateur magnétique ; intercaler une feuille de papier blanc entre l'erlenmeyer et l'agitateur. - Verser doucement la solution de nitrate d'argent jusqu'à ce que le chromate de potassium, initialement jaune, devienne rouge - Noter le volume de nitrate d'argent versé	

→ A l'aide d'une proportionnalité, déterminer la concentration en ions chlorure dans l'eau de Vichy St Yorre

	solution	Teneur en ions chlorure	Volume versé à l'équivalence
Dosage 1	Solution étalon	364 mg/L	
Dosage 2	Vichy St Yorre	???	

→ Sachant que l'étiquette de l'eau de Vichy indique : « Cl^- : 322 mg.L⁻¹ », calculer l'écart relatif entre la valeur trouvée expérimentalement et l'indication de l'étiquette

.....

