

Séance 2

Correction



Contenu

Composition chimique d'une eau de consommation

Compétences

Analyse qualitative d'une eau

Exercice I

Les différentes eaux

L'eau minérale naturelle possède des propriétés favorables à la santé et officiellement reconnues, mais certaines eaux contiennent des éléments qui pris en grande quantité ou quotidiennement peuvent être néfastes. L'ensemble des critères de qualité (débit, température, composition minérale, aspect et goût) doit être constant. Elle subit de nombreux contrôles quotidiens et ne peut provenir que d'une seule source (il en existe 1200 en France). Lorsque l'eau a été reconnue d'intérêt public, elle se voit attribuer un périmètre de protection dans lequel les travaux souterrains sont quasiment interdits. Les valeurs thérapeutiques de certaines eaux minérales sont utilisées lors de cures thermales.

L'eau de source provient de sources différentes, même de régions éloignées. Elle doit être conforme aux normes de l'eau potable mais l'ensemble de ses critères de qualité n'est pas obligatoirement constant. L'exploitation d'une source nécessite une autorisation préfectorale et un avis du conseil départemental d'hygiène.

Toutes les eaux de consommation n'ont pas la même composition chimique, c'est à dire qu'elles ne contiennent pas toutes les mêmes substances minérales. Pour que l'eau s'imprègne de minéraux et se charge parfois en gaz carbonique (dioxyde de carbone), elle doit séjourner de nombreuses années dans le sous-sol. Dans les couches profondes, il existe des eaux qui datent de plus de 10000 ans. Chaque eau acquiert sa composition minérale spécifique selon la constitution des couches rocheuses traversées. Les substances minérales sont très importantes pour l'organisme humain, malheureusement il ne peut les produire lui-même et doit donc les rechercher dans la nourriture.

Les compositions moyennes des eaux minérales sont données en milligramme par litre (mg/L) :

Eau minérale	Arvie	Carola bleue	Contrex	Courmayeur	Évian	Vichy St-Yorre	Vittel	Volvic
Ions								
Sodium Na ⁺	650	114	9,1	1	5	1708	3,8	9,4
Potassium K ⁺	130	7	3,2	2	1	132		5,7
Calcium Ca ²⁺	170	83	486	517	78	90	202	9,9
Magnésium Mg ²⁺	92	24	84	67	24	11	36	6,1
Chlorure Cl ⁻	387	57	8,6	<1	4,5	322		8,4
Nitrate NO ₃ ⁻	0	1	2,7	<2	3,8		4,6	6,3
Hydrogénocarbonate HCO ₃ ⁻	2195	414	403	168	357	4368	402	65,3
Sulfate SO ₄ ²⁻	31	136	1187	1371	10	174	306	6,9
pH	6,3			7,4	7,2	6,6		7

Remarque : Les ions hydrogénocarbonates sont parfois appelés ions bicarbonates.

Questions

1) Quelle est la principale différence entre une eau minérale et une eau de source ?

Toutes les deux proviennent directement de nappes souterraines profondes, vierge de pollution humaine. Elles sont donc dites potables et propres directement à la consommation après les avoir puisées dans le sol. Mais contrairement à l'eau de source, l'eau minérale doit être reconnue comme étant bénéfique à la santé par l'Académie Nationale de Médecine. Les eaux minérales sont des eaux de sources riches en minéraux et en oligo-éléments qui sont susceptibles de leur conférer des vertus thérapeutiques.

2) Pourquoi ce terme de « minéral » ?

On parle d'eau minérale car sa teneur en certains sels minéraux (dont radioactifs ou toxiques à certaines doses) est parfois significative.

Questions

3) Comment expliquer la différence de minéralisation entre deux eaux ?

Les eaux ne présentent pas la même composition car cela dépend de la nature des sols qu'elles ont traversés.

Trois catégories sont répertoriées :

- ⇒ Les eaux très peu minéralisées
- ⇒ Les eaux bicarbonatées sodiques (riches en carbone et en sodium)
- ⇒ Les eaux sulfatées calciques (riches en sulfates et en calcium)

4) Parmi les différentes eaux, quelle est l'eau la plus minéralisée ? La moins minéralisée ?

C'est la Ste Yorre qui est la plus minéralisée, la Volvic la moins.

Remarque : Antoine de Saint-Exupéry a écrit : « L'eau ! Eau, tu n'as ni goût, ni couleur, ni arôme, on ne peut te définir, on te goûte sans te connaître. Tu n'es pas nécessaire à la vie : tu es la vie ». L'eau minérale a-t-elle un goût ? Si oui, quelle est l'origine de ce goût ?

Le goût de l'eau minérale est dû aux ions présents.

Exercice II

Analyse qualitative d'une eau

L'observation des étiquettes de bouteilles d'eaux minérales met en évidence la présence, dans des quantités diverses, de différents ions dans ces eaux. Votre mission est d'identifier trois eaux minérales grâce à quelques tests chimiques caractéristiques de leurs ions.

Vous disposez de trois béchers notés A, B et C, contenant trois eaux minérales dont les étiquettes qui ont été décollées sont celles sur les photos ci-contre.

	Minéralisation en mg/L			
	Calcium	9.9	Bicarbonates	65.3
Magnésium	6.1	Chlorures	8.4	
Sodium	9.4	Sulfates	6.9	
Potassium	5.7	Nitrates	6.3	
Résidu sec	109	pH	7	



Minéralisation en mg/L

Calcium	90	Bicarbonates	4368
Magnésium	11	Chlorures	322
Sodium	1708	Sulfates	174
Potassium	132	Fluorures	9
Résidu sec	4774	pH	6.6



Minéralisation en mg/L

Calcium	549	Bicarbonates	383.7
Magnésium	119	Chlorures	11
Sodium	14.2	Sulfates	1479
Potassium	4	Nitrates	4.3
Résidu sec	2513	pH	7

Aide : tests de caractérisation des ions

L'hydroxyde de sodium forme un précipité bleu en présence d'ions **cuivre** Cu^{2+} , vert en présence d'ions **fer** Fe^{2+} et blanc en présence d'ions **magnésium** Mg^{2+} .

Le chlorure de baryum forme un précipité blanc en présence d'ions **sulfate** SO_4^{2-} .

Le nitrate d'argent forme un précipité blanc qui noircit à la lumière en présence d'ions chlorure Cl^- .

L'oxalate d'ammonium forme un précipité blanc en présence d'ions calcium Ca^{2+} .

Mode opératoire

Proposez un protocole permettant d'identifier l'eau minérale contenue dans chacun des béchers et présentez-le au professeur avant réalisation. Complétez le tableau.

Mode opératoire

- Préparer 4 tubes à essais parfaitement propres et secs.
- Verser dans chaque tube environ 3 mL de l'eau du béccher A.
- Faire les tests à l'aide des 4 réactifs.
- Noter, lorsqu'il est présent, si le précipité est léger ou abondant.
- Compléter le tableau suivant en notant s'il y a ou pas un précipité (+, ++, +++, -).
- Renouveler les expériences pour les bécchers B et C.

Tableau

Réactif	Hydroxyde de sodium	Chlorure de baryum	Nitrate d'argent	Oxalate d'ammonium
Ions mis en évidence				
Bécher A				
Bécher B				
Bécher C				

Exploitation des résultats

À l'aide des étiquettes dire quelle est l'eau de chacun des béchers :

Bécher	A	B	C
eau			

Rédigez une courte conclusion justifiant vos choix.

Les trois eaux présentent des teneurs différentes en les ions testés, ce qui va permettre de les différencier.

Ions Ca^{2+} , SO_4^{2-} : Hépar << Saint Yorre << Volvic

Ions Cl^- : St Yorre << Hépar = Volvic

Ions Mg^{2+} : St Yorre << Hépar = Volvic

Exercice III

Traitement d'une eau

Voir approfondissement sur le
traitement des eaux

Exercice IV

**Adoucissement d'une eau
dure**

Définition et généralités

La dureté de l'eau (ou titre hydrotimétrique) TH, est l'indicateur de la minéralisation de l'eau. Elle est surtout due aux ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} . La dureté s'exprime en °TH (degré hydrotimétrique) également appelé degré français (symbole : °f) en France. 1 degré français correspond à 4 milligrammes de calcium et à 2 milligrammes de magnésium par litre d'eau

Plage de valeurs pour le titre hydrotimétrique

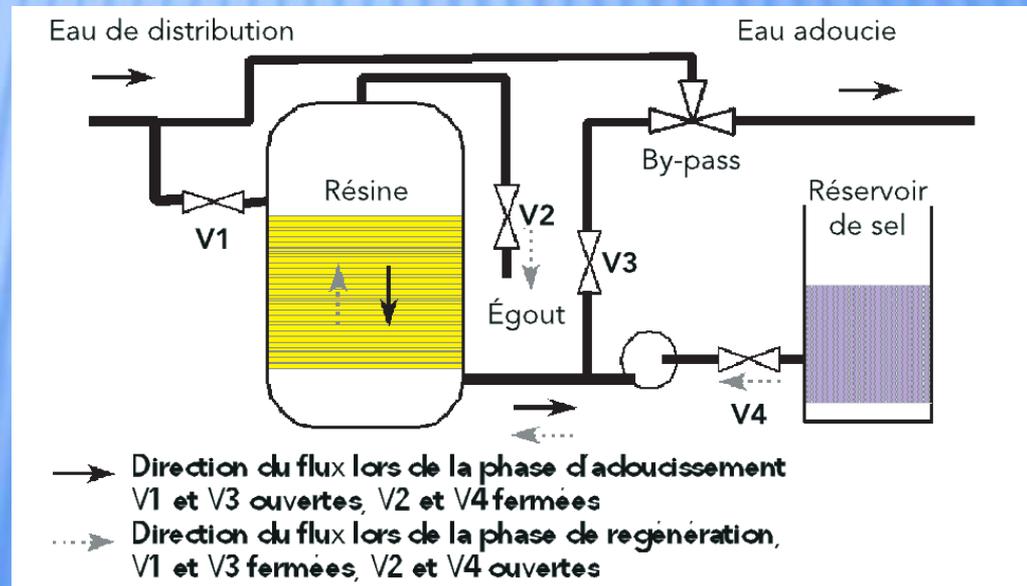
TH (°f)	0 à 7	7 à 15	15 à 25	25 à 42	supérieur à 42
Eau	très douce	douce	moyennement dure	dure	très dure

À quoi sert un adoucisseur d'eau et comment fonctionne-t-il ?

Un adoucisseur d'eau permet de limiter les problèmes liés au calcaire dans l'eau. En effet, l'adoucisseur retire le calcium et le magnésium de l'eau. Comme ceux-ci sont indispensables pour pouvoir former le calcaire, il ne s'en constitue donc plus. À la place du calcium et du magnésium, du sodium est relâché dans l'eau. Cet échange se déroule dans la résine de l'adoucisseur. Il arrive un moment où la résine ne peut plus réaliser l'échange car tout le sodium qu'elle contient est passé dans l'eau. À ce moment-là, on doit procéder à une régénération. À la fin de la régénération, l'appareil fonctionne de nouveau normalement. L'eau qui passe au travers d'un adoucisseur est entièrement adoucie. Toutefois, il est possible de maintenir un certain degré de dureté résiduelle. C'est la raison pour laquelle les appareils sont munis d'un by-pass permettant de mélanger de l'eau non adoucie à l'eau traitée.

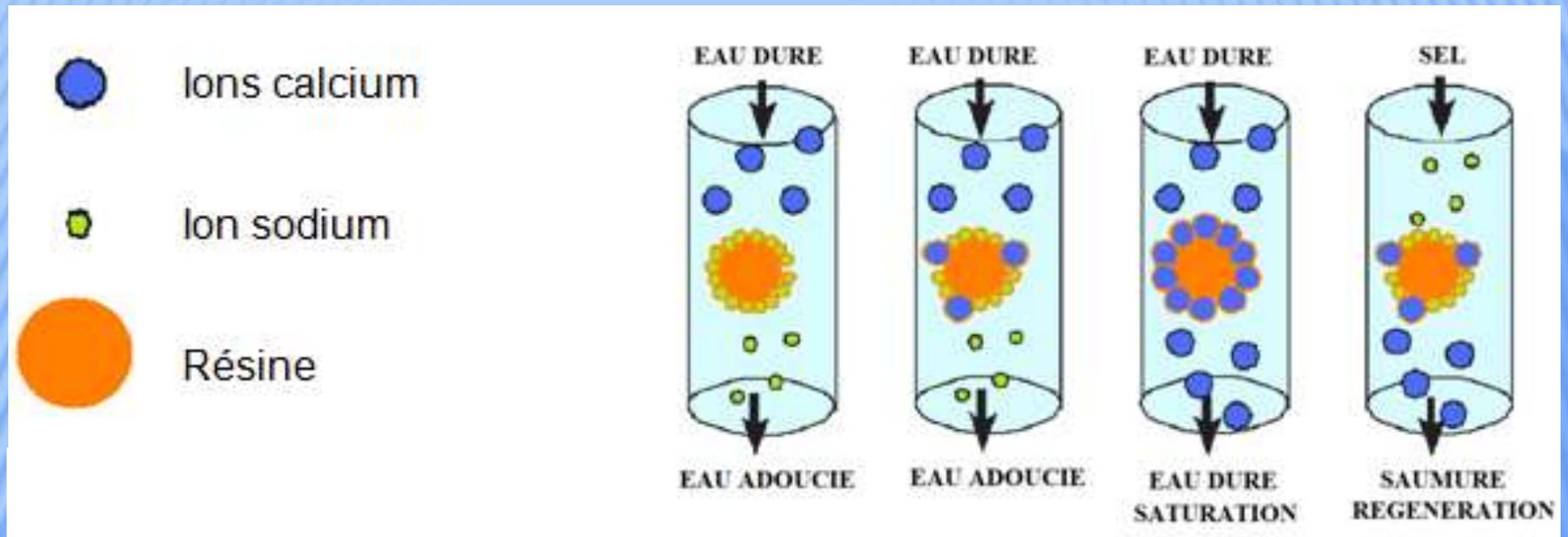
Remarque : L'eau dure n'a pas d'effets nocifs sur la santé. La dureté de l'eau se constate principalement par l'entartrage des circuits d'eau chaude. L'eau dure est désagréable pour la peau et modifie le goût des aliments. En accord, avec les normes européennes, aucune valeur limite pour la dureté d'une eau n'est en vigueur dans les normes françaises. (CNRS)

Une eau trop douce entraîne la corrosion pour les canalisations et peut présenter des inconvénients pour la santé du fait de la formation d'ions métalliques à partir métaux des canalisations (fer ou plomb) qui seront alors ingérés par notre organisme.



Questions

1) Légendez le schéma ci-dessus.



2) Expliquez la transformation subie par une eau dure dans un adoucisseur.

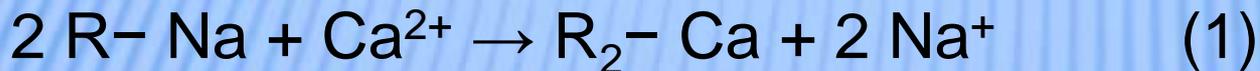
L'eau dure devient douce en traversant l'adoucisseur car elle remplace les ions responsables de la dureté (ions calcium et magnésium) qui se fixe sur la résine par les eaux sodium qui sont libérés.

Questions

3) Expliquez ce qui se passe pendant la phase de régénération.

Lors de la phase de régénération, les ions sodiums qui ont totalement été éliminés sont remplacés par de nouveaux sur la résine.

4) Le principe des résines échangeuses d'ions est caractérisé par les deux équations suivantes :



La phase d'adoucissement correspond-elle à l'équation (1) ou (2) ? Justifiez votre réponse.



Lors de la phase d'adoucissement, les ions sodium sont libérés. Cela correspond à l'équation (1).

Questions

5) Pourquoi faut-il maintenir un degré de dureté résiduelle ?

Une eau trop douce est corrosive, elle attaque les canalisations métalliques pour former les ions métalliques correspondant nocifs pour l'organisme.

6) Peut-on recommander l'eau adoucie quel que soit son consommateur ?

L'eau adoucie est à déconseiller pour les personnes fragiles (enfants, personnes âgées, malades).

Application sur l'utilisation de lessive

Étude de document : dosage de la lessive

Voici les doses (exprimées en grammes) recommandées par différentes marques de lessives afin de nettoyer 5 kg de linge. Justifiez l'évolution des doses de lessives en fonction de la dureté de l'eau.

Marques/Etat du linge	Eau peu dure			Eau dure			Eau très dure		
	Peu sale	Sale	Très sale	Peu sale	Sale	Très sale	Peu sale	Sale	Très sale
Le Chat Bébé	37	56	94	56	75	113	75	94	132
Mir Couleurs (1.5L)	45	75	105	60	90	120	75	105	135
Mir Laine Perfect Machine (1.5L)	45	75	105	60	90	120	70	100	130
Le Chat Super Croix Xtra	60	90	150	90	120	180	120	150	210

Application sur l'utilisation de lessive

Justifiez l'évolution des doses de lessives en fonction de la dureté de l'eau.

Bilan :

Une eau douce $D < \dots$ °Th mousse
.....(beaucoup / peu) ce qui rend, par
conséquent, le rinçage (facile/difficile). Il faut donc
.....(beaucoup / peu) de lessive.

Une eau dure $D > \dots$ °Th mousse
.....(beaucoup / peu) ce qui rend le
rinçage..... (plus / moins) facile. Il faut donc
.....(plus / moins) de lessive.

Remarque importante : le calcium et le magnésium apportés par l'eau sont nécessaires à notre équilibre physiologique.

Justification :

Pour des saletés similaires de linge, la quantité de lessive à ajouter augmente nettement quand l'eau passe de peu dure à très dure et ceci quelle que soit la lessive.

Exemple : « Le Chat Bébé » : 37, 56, 75 pour un linge peu sale ou 94, 113, 132 pour un linge très sale.

Cela est dû à l'aptitude de l'eau dure ou très dure à limiter les qualités détergentes des savons ou des lessives. Conclusion : pour obtenir la même propreté du linge, il faudra mettre plus de lessive dans le cas d'une eau très dure.

Bilan :

Une eau douce $D < 15$ °Th mousse beaucoup ce qui rend, par conséquent, le rinçage difficile. Il faut donc peu de lessive.

Une eau dure $D > 25$ °Th mousse peu ce qui rend le rinçage plus facile. Il faut donc plus de lessive.

Exercice V

L'eau potable

critères de potabilité

Une eau est dite "potable" si elle respecte les valeurs imposées par la loi. Il existe cinq catégories de paramètres :

- Des paramètres organoleptiques: le goût, l'odeur, la couleur et la transparence*
- Des paramètres physico-chimiques : le pH, la dureté, l'oxygène dissous, les minéraux, etc...*
- Des paramètres concernant des substances indésirables : nitrates, nitrites, matières en suspension, etc...*
- Des paramètres concernant des substances toxiques : métaux lourds, pesticides, etc...*
- Des paramètres microbiologiques : bactéries, coliformes, streptocoques, etc ...*

critères de potabilité

Caractères chimiques normaux :

- *matières minérales: 2 g/L comme taux maximum ; 25 mg/L. pour nourrisson, femme enceinte ou allaitante.*
- *sulfates: taux maximum 250mg/L.*
- *chlore: taux maximum 200mg/L.*
- *sodium: taux maximum 150mg/L.*
- *magnésium: taux maximum 50mg/L.*

Question : Les eaux minérales précédemment étudiées sont-elles potables pour tous ? Justifiez.

Les 5 premiers paramètres (organoleptiques, physico-chimiques, substances indésirables ou toxiques, microbiologiques) sur lesquels se rajoutent des normes pour certaines concentrations en ions qui font que les eaux minérales ne sont pas toutes à consommer par tous. Par contre, elles ne sont pas soumises aux normes de potabilité comme l'eau du robinet.



Minéralisation en mg/L			
Calcium	9.9	Bicarbonates	65.3
Magnésium	6.1	Chlorures	8.4
Sodium	9.4	Sulfates	6.9
Potassium	5.7	Nitrates	6.3
Résidu sec	109	pH	7



Minéralisation en mg/L			
Calcium	90	Bicarbonates	4368
Magnésium	11	Chlorures	322
Sodium	1708	Sulfates	174
Potassium	132	Fluorures	9
Résidu sec	4774	pH	6.6



Minéralisation en mg/L			
Calcium	549	Bicarbonates	383.7
Magnésium	119	Chlorures	11
Sodium	14.2	Sulfates	1479
Potassium	4	Nitrates	4.3
Résidu sec	2513	pH	7

Volvic : cette eau peut être consommée par tous, elle peut être utilisée pour les biberons en raison de sa faible minéralité.

St Yorre : c'est une eau très minéralisée (>> 2,0 g/L) dont les teneurs en ions chlorure et surtout sodium dépasse largement la norme établit. Si cette eau peut se boire, elle ne convient pas à tous les profils de personnes. Une grande teneur en bicarbonate qui aide à la digestion.



Minéralisation en mg/L			
Calcium	9.9	Bicarbonates	65.3
Magnésium	6.1	Chlorures	8.4
Sodium	9.4	Sulfates	6.9
Potassium	5.7	Nitrates	6.3
Résidu sec	109	pH	7



Minéralisation en mg/L			
Calcium	90	Bicarbonates	4368
Magnésium	11	Chlorures	322
Sodium	1708	Sulfates	174
Potassium	132	Fluorures	9
Résidu sec	4774	pH	6.6



Minéralisation en mg/L			
Calcium	549	Bicarbonates	383.7
Magnésium	119	Chlorures	11
Sodium	14.2	Sulfates	1479
Potassium	4	Nitrates	4.3
Résidu sec	2513	pH	7

Hépar : c'est une eau minéralisée (> 2,0 g/L) très riche en sulfate voire trop, malgré l'apport lié au taux élevé de calcium. À consommer de façon adaptée à ses besoins.

Notions à compléter avec les articles de « Que choisir » : « Eaux minérales, certaines peuvent nuire à votre santé » sur le site.



Minéralisation en mg/L			
Calcium	9.9	Bicarbonates	65.3
Magnésium	6.1	Chlorures	8.4
Sodium	9.4	Sulfates	6.9
Potassium	5.7	Nitrates	6.3
Résidu sec	109	pH	7



Minéralisation en mg/L			
Calcium	90	Bicarbonates	4368
Magnésium	11	Chlorures	322
Sodium	1708	Sulfates	174
Potassium	132	Fluorures	9
Résidu sec	4774	pH	6.6



Minéralisation en mg/L			
Calcium	549	Bicarbonates	383.7
Magnésium	119	Chlorures	11
Sodium	14.2	Sulfates	1479
Potassium	4	Nitrates	4.3
Résidu sec	2513	pH	7

Séance 2

Correction



C'est fini...