

A - Ions présents dans les eaux de consommation (réseau d'eau courante, eaux minérales)

Les eaux de consommation encore appelées eaux potables peuvent se présenter sous deux formes : l'eau du robinet et les eaux minérales.

En France, trois quarts des consommateurs d'eau déclarent boire l'eau du robinet. Toutes les eaux de consommation doivent répondre aux mêmes normes de qualité, à l'exception des eaux minérales naturelles qui peuvent présenter des caractéristiques particulières. Elles permettent les usages domestiques de l'eau (cuisine, hygiène, arrosage...). Les critères de qualité, très stricts, sont fixés par le ministère chargé de la Santé avec le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.

Les normes portent sur :

la qualité microbiologique : l'eau ne doit contenir ni parasite, ni virus, ni pathogène.

la qualité chimique : les substances chimiques autres que les sels minéraux font l'objet de normes très sévères. Ces substances sont dites « indésirables » ou « toxiques ». Elles sont recherchées à l'état de trace (millionième de gramme par litre). Ces normes sont établies sur la base d'une consommation journalière normale, pendant toute la vie.

la qualité physique et gustative : l'eau doit être limpide, claire, aérée et ne doit présenter ni saveur ni odeur désagréable. Cependant, une eau qui ne satisfait pas pleinement à ces critères ne présente pas forcément de risque pour la santé.

(<http://www.eaufrance.fr>)

1) Comparaisons qualitatives à l'aide de solutions témoins (tests caractéristiques de quelques ions).

Principe : Dans diverses eaux disponibles, nous cherchons à mettre en évidence la présence de quelques espèces ioniques courantes : les ions chlorure $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$, les ions sulfates $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$, les ions calcium $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$ et les ions hydrogénocarbonate $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$.

Des réactions caractéristiques de ces ions, dans laquelle la transformation est facile à mettre en évidence (changement de couleur, apparition d'un précipité, ...) peuvent facilement être réalisées dans des tubes à essais. Nous ne vous donnons pas les résultats de ces transformations, mais vous disposez de solutions témoins pour les découvrir avant de les mettre en œuvre pour tester les eaux disponibles dans le laboratoire.

- Les ions $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ réagissent avec les ions argent $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$. **Il y a formation d'un précipité blanc (qui noircit progressivement à la lumière).**
- Les ions $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$ réagissent avec les ions baryum $\text{Ba}^{2+}_{(\text{aq})}$. **Formation d'un précipité blanc.**
- Les ions $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$ réagissent avec les ions oxalate $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}_{(\text{aq})}$. **Formation d'un précipité blanc.**
- Les ions $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$ réagissent avec les acides. **Apparition de bulles de gaz : du dioxyde de carbone CO_2 (qui trouble l'eau de chaux lorsqu'on l'y fait barboter, mais nous n'avons pas assez de gaz produit pour réaliser cette deuxième partie du test).**

Travail :

- A l'aide de solutions témoins (contenant chacune un des ions recherchés), comparez entre elles les espèces susceptibles de réagir. Notez le résultat du test.

- Réalisez maintenant les tests sur différentes eaux et concluez sur leur composition.

Prenons juste un exemple : nous versons un peu d'une solution d'ions baryum Ba^{2+} dans un peu d'eau à tester (prélevée dans un tube à essais). S'il y a apparition d'un précipité blanc, nous pouvons conclure que l'eau contient des ions sulfate SO_4^{2-} et si nous n'observons pas de précipité, nous pouvons aussi conclure (l'eau testée ne contient pas – ou très peu – d'ions sulfate)

Vous présenterez au dos de la feuille les tests réalisés ainsi que les résultats pour les eaux choisies.

2) Comparaison quantitative : dosage des ions hydrogénocarbonate dans l'eau Contrex

Nous mettons en œuvre une réaction de dosage dont nous détecterons l'équivalence grâce au virage (changement de couleur) d'un indicateur coloré (le vert de bromocrésol).

La solution acide titrante (servant au dosage en étant versée petit à petit à l'aide d'une burette) est connue : avec 20 mL de cet acide, on peut faire réagir (dosier) 12,4 mg d'ions HCO_3^- (aq).

Vous prélèverez précisément 20 mL d'eau Contrex et vous doserez les ions HCO_3^- (aq) présents dans cet échantillon (les 20 mL d'eau).

Présentez ci-dessous et au dos de la feuille :

- *Un schéma annoté du dispositif expérimental ;*
- *Le résultat (la valeur du volume d'acide qu'il a fallu verser pour atteindre l'équivalence, c'est-à-dire pour finir de doser tous les HCO_3^- (aq) présents dans l'échantillon) ;*
- *Les calculs permettant de déterminer la masse d'ions HCO_3^- (aq) présents dans l'échantillon, puis la masse d'ions HCO_3^- (aq) présents dans un litre d'eau Contrex ;*
- *Un commentaire après comparaison avec les indications de l'étiquette de la bouteille d'eau.*

L'équivalence de la réaction a été observée lors du changement de couleur du « vert » de bromocrésol passant du bleu au jaune (si on trouve la goutte d'acide versé permettant d'obtenir un beau vert intermédiaire, c'est encore mieux). Ce virage indique que l'on vient de terminer la réaction, que l'on a fait réagir tous les HCO_3^- apportés dans les 20 mL d'eau.

Plusieurs groupes ont trouvé l'équivalence à 14,0 mL d'acide versé.

Premier calcul : 20 mL d'acide réagissent avec 12,4 mg d'hydrogénocarbonate, donc (proportionnalité, produit en croix, ...) 14,0 mL d'acide réagissent avec $\frac{14 \times 12,4}{20} = 8,7$ mg d'ions HCO_3^- .

Deuxième calcul : il y a 8,7 mg d'hydrogénocarbonate dans 20 mL d'eau Contrex, donc dans 1 L (1000 mL) il y en a : $\frac{1000 \times 8,7}{20} = 434$ mg.

Comparaison avec l'étiquette qui annonce : « 378 mg/L d'ions bicarbonate » (c'est l'ancien nom des ions HCO_3^-) : nous pouvons calculer un pourcentage d'écart : $\frac{434-378}{378} = 0,15 = 15\%$

B – Obtention d'eau potable, traitements des eaux de rivière

- Lire le doc p 121 du livre et répondre par écrit aux questions.

5) On ne compte pas le pompage de l'eau dans la rivière qui n'est pas une étape de **traitement**. Nous avons donc, dans l'ordre : **prétraitement / clarification / affinage / désinfection / traitement final** (en suivant le schéma donné).

6)

- **Tamissage** : filtration d'objet de grande taille (feuilles, branches, etc) à l'aide de grilles.

- **Coagulation et floculation** : Il peut y avoir dans l'eau des particules solides de petite taille, toujours en suspension et difficiles à déposer au fond des bacs de décantation. On traite l'eau (avec des adjuvants) afin de réunir ces particules, de faire en sorte qu'elles s'agglomèrent entre elles (ou autour de l'adjuvant) de manière à former des blocs plus gros, plus faciles à filtrer ou qui vont plus rapidement se déposer...

- **Ozonation** : traitement à l'ozone O_3 qui est un oxydant fort pouvant spontanément réagir chimiquement avec de nombreuses espèces chimiques indésirables et ainsi provoquer leur élimination.

7) Le dichlore Cl_2 est aussi un oxydant, il a aussi un rôle désinfectant. La différence avec l'ozone est dans la durée d'action : plus rapide pour l'ozone, plus prolongée pour le dichlore (par exemple pendant le parcours dans les canalisations entre l'usine et le robinet).

8) C'est à cause du chlore désinfectant (voir question 7)) qui peut aussi être apporté sous forme d'eau de Javel (espèces chimiques actives : ClO^- l'ion hypochlorite ou $HClO$ l'acide hypochloreux)

- Traiter l'exercice n° 8 p 128

- 1) C'est une simple comparaison des grandeurs **mesurées** avec les valeurs limites permises dans le document 1 (si la valeur mesurée est supérieure à la **limite de qualité** : problème !) : Il y a donc des problèmes de turbidité (l'eau est trop trouble, pas assez limpide) et surtout bactériens (deux dernières lignes du tableau).
- 2) L'étape de prétraitement ne filtre que les gros objets et pas les particules fines en suspension et c'est justement ce type de particule qui pose problème (l'eau est trop trouble). C'est donc l'étape de clarification (par floculation sur des ions du fer et de l'aluminium) qui sera la plus efficace.
- 3) D'après le document 2, c'est bien l'étape de désinfection (au chlore) qui permet l'élimination de bactéries. Notre eau ayant un taux de bactérie différent de zéro, la désinfection est indispensable.

Réponses attendues ci-dessous et au dos de la feuille...

C- A retenir

De la même manière qu'il faut connaître les éléments N, P, K apportés par les engrais, vous devez connaître quelques ions présents dans les eaux potables :

- **Les ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} sont officiellement les ions responsables de ce que l'on appelle la dureté d'une eau.**
(plus il y en a, plus l'eau est dite « dure »)
- **Les ions carbonate CO_3^{2-} et hydrogénocarbonate HCO_3^- traduisent le côté calcaire de l'eau. Leur présence influence aussi le pH de l'eau.**
 - **Eau (légèrement) acide : $\text{pH} < 7$**
 - **Eau (légèrement) basique : $\text{pH} > 7$**
 - **Eau neutre : $\text{pH} = 7$**