**Lac acide et chaulage**

**Un étudiant québéquois à l’Université Queen’s en Ontario et originaire de la région du lac des hauteurs souhaite faire un mémoire sur l’état des « lacs acides » dans sa région natale. Il veut d’abord vérifier si la technique citée dans un article article d’un journal local permet effectivement de rendre à un lac un pH compatible avec la vie aquatique, puis contrôler les émissions de dioxyde de soufre de la centrale à mazout de Lennox proche de son université, susceptibles d’avoir un impact sur le pH du lac.**

**Document 1 : Origine de l’acidité des lacs au Québec et conséquences**

Les oxydes de soufre et d’azote émis dans l’atmosphère sont les causes les plus importantes de l’acidité des précipitations. Ces polluants se combinent à l’humidité de l’air pour se transformer en acides sulfurique et nitrique, lesquels retombent ensuite au sol sous forme de pluies, neiges, dépôts secs et dépôts gazeux, et ce, après avoir parcouru des milliers de kilomètres. Certains phénomènes naturels contribuent également à la production de tels polluants. C’est le cas des volcans, des feux de forêts, de l’activité bactérienne dans les océans. Ces contributions naturelles sont toutefois moins importantes que celles d’origine humaine. Au Québec, plus de 75 % des oxydes de soufre ou d’azote proviennent des États-Unis ou de l’Ontario. Ces polluants ont été transportés sur de grande distance dans les masses d’air qui viennent du sud-ouest. Les mesures des sulfates (SO42-) et des nitrates (NO3-) sont utilisées comme indicateurs des apports en acides sulfurique (H2SO4) et nitrique (HNO3).

Un lac assure généralement l’intégrité de son écosystème tant que le pH se maintient entre 6 et 8,5 unités. Lorsque le pH passe de 6 à 5,5, les organismes aquatiques les plus intolérants à l’acidité disparaissent du milieu. C’est le cas des « menés » ou cyprins, de certaines plantes aquatiques comme les macrophytes et de certains invertébrés comme les moules et les écrevisses. Lorsqu’un pH atteint 5,5, 25 % des espèces de poissons ont disparu. Entre 5,5 et 5 unités, les dommages biologiques s’accélèrent. Lorsque le pH atteint 5 unités, il ne reste plus que 25 % des espèces de poisson d’origine. Lorsque le pH descend sous la barre des 5 unités, seuls les plus gros individus peuvent survivre et éventuellement disparaissent au terme de leur cycle de vie.

**Document 2 : Une technique de restauration, le chaulage**

Le chaulage est utilisé de manière courante en Suède pour accroître le pH des lacs acides. Cette technique de restauration a été testée un peu partout dans le monde et même au Québec. Les effets bénéfiques sont assez faibles pour les organismes aquatiques et l’efficacité demeure relative puisqu’il faut recommencer le chaulage après un certain nombre d’années. De plus, cette approche de restauration ne s’applique pas à tous les lacs. Le chaulage est déconseillé pour les lacs aux eaux brunes, pour ceux dont l’eau se renouvelle rapidement ou encore pour ceux qui ne comportent pas de voies d’accès pour les camions. Le coût de l’opération est de plus assez élevé. Cette technique de restauration ne peut donc être envisagée à l’échelle du Québec. Elle peut toutefois être considérée par certaines collectivités de riverains qui désirent maintenir un pH convenable dans leur lac en attendant les bénéfices finaux attribuables aux réductions d’émissions.

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/lacs_acides/2004/lacs-acides-Qc.pdf>

**Document 3 : Article de journal concernant le chaulage du lac des hauteurs**

"Les habitants de l'Abitibi (Quebec)… obligés de mettre de la calcite dans leur lac"

***"L’Echo Abitibien" (Québec) Par Guy Lacroix Vendredi 13 août 2010***

T*ouchés par les pluies acides, les résidents du lac des Hauteurs (d’une profondeur*

*moyenne de 13 m) doivent procéder au chaulage de leur plan d'eau afin de respecter les normes de qualité de l'eau et de permettre à la faune de s'y établir.*

*La mise de calcite pour ramener l'eau à un état neutre n'est pas une nouveauté pour les propriétaires fonciers du secteur qui ont déjà procédé à cette opération en 1995. "Le lac des Hauteurs est très sensible aux pluies acides émises par les grosses industries, explique Gérard Dufresne, président du Club des Hauteurs, une association de riverains créées en 1955. Dans la majorité des lacs de l'Abitibi, l'argile qui s'y trouve neutralise l'acidité naturellement alors qu'ici tout est en sable."*

*Avec un pH de 4,2 (une eau neutre a un pH de 7,0), la qualité de l'eau était à risque pour la santé et pour la faune. (…) Des problèmes de dermatite peuvent également survenir au contact d'une eau acidifiée et le ministère de l'Environnement confirme qu'un pH de 5,5 est le seuil sous lequel les dommages aux organismes vivants deviennent très marqués.*

*Dans sa situation actuelle, le lac des Hauteurs offre un environnement très peu favorable à la nature. L'injection de 26 tonnes de calcite devrait permettre une véritable renaissance du lac.*

**La calcite est une forme de carbonate de calcium, de formule CaCO3(s), comportant les ions Ca2+ et CO32-**

**Document 4 : Carte du lac des hauteurs**



**Document 5 : Données et couples acide/base intervenant au cours du chaulage**

Couples acide/base intervenant au cours du chaulage : CO2,H2O(aq) /HCO3-(aq) Pka1= 6,2

HCO3- (aq) /CO32- (aq) Pka2 = 10,4

Masse molaire du carbonate de calcium : M(CaCO3) = 100,1 g.mol-1

**Document 6 : Méthode d’analyse du gaz émis par la centrale de Lennox**

Pour savoir si la centrale thermique (exploitant des carburants issus de la combustion du pétrole) dépasse les seuils de qualité concernant le dioxyde de soufre SO2, on fait barboter 1,0x104 m3 de gaz émis par la centrale dans 1,0 L d’eau : on obtient une solution aqueuse de dioxyde de soufre S0 que l’on analyse pour déterminer sa concentration par titrage avec l’ion permanganate.

**Données :**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Élément** | **S** | **O** |
| **Masse molaire atomique** | 32,1 g.mol-1 | 16,0 g.mol-1 |

Le dioxyde de soufre a des propriétés réductrices et l’ion permanganate est un puissant oxydant. Ces deux espèces chimiques réagissent ensemble selon la réaction d’équation :

**2 MnO4–(aq) + 5 SO2(aq) + 2 H2O(l)→ 2 Mn2+(aq) + 5 SO42–(aq) + 4 H+(aq)**

Couleur des solutions aqueuses :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Solutions aqueuses | Solution d’acide sulfurique (2H+(aq) + SO42–(aq)) | Solution de sulfate de manganèse (Mn2+(aq) + SO42–(aq)) | Solution de permanganate de potassium (K+(aq) + MnO4–(aq)) | Solution de dioxyde de soufre SO2(aq) |
| couleurs des solutions aqueuses | incolore | incolore | violet | incolore |

**Document 7 : Normes de qualité de l’air relatives au dioxyde de soufre (SO2) au Canada**

Les NCQAA (Normes canadiennes de qualité de l’air ambiant), prévoient **pour l’année 2020** les conduites à adopter en fonction des concentrations maximales de SO2 dans l’air selon le tableau suivant :

|  |  |
| --- | --- |
|  | Plage de concentrations de polluants de l’air ambiant |
| Niveaux et objectifs pour la gestion de la qualité de l’air | Concentration de SO2 sur 1 heure en µg.m-3 |
| **Rouge**  Réduire les concentrations de polluants dans l’air ambient en deçà des NCQAA | > 187 |
| **Orange**  Eviter le dépassement des NCQAA | Entre 133 et 187 |
| **Jaune**  Prévenir la détérioration de la qualité de l’air | Entre 80 et 133 |
| **Vert**  Protéger la qualité de l’air dans les régions non polluées | Inférieur ou égal à 80 |

*D’après https://www.ccme.ca/fr/resources/air/air/sulphur-dioxide.html*

**Travail à effectuer :**

**Partie 1 : Chaulage du lac**

**Questions préliminaires**

1) A l’aide des données, faire le diagramme de prédominance pour les couples CO2,H2O/HCO3- et HCO3-/CO32-, en déduire l’espèce prédominante au pH initial du lac des hauteurs, puis écrire l’équation de réaction entre les ions carbonate CO32- apportés grâce au chaulage et les ions oxonium présents dans le lac.

2) *L’étudiant dispose d’une solution acide au laboratoire, dont il souhaite augmenter le pH d’une unité à l’aide de carbonate de calcium solide.*

Proposer une démarche permettant de déterminer la masse de carbonate de calcium nécessaire pour augmenter le pH d’une unité pour 100 mL de la solution d’acide.

La faire valider avant la mise en œuvre.

**Problème :**

**Quelle masse de carbonate de calcium doit-on utiliser pour rendre le pH du lac compatible avec la vie aquatique ? Est-ce cohérent avec les informations de l’article ?**

**Partie 2 : Mesure de la concentration de dioxyde de soufre émis par la centrale**

**Questions préliminaires**

1)Sachant que les couples oxydant/réducteur mis en jeu sont MnO4–(aq)/Mn2+(aq) et SO42–(aq)/SO2(aq), retrouver l’équation de la réaction modélisant l’action du dioxyde de soufre avec les ions permanganate MnO4–(aq) et expliquer l’évolution de la couleur de la solution contenue dans l’erlenmeyer au fur et à mesure de l’ajout de la solution de permanganate de potassium.

1. Proposer une démarche permettant de déterminer la concentration en dioxyde de soufre dans 10,0 mL de la solution mise à disposition.

**Problème :**

**En faisant l’hypothèse que la totalité du dioxyde de soufre présent dans les effluents gazeux de la centrale thermique se dissout dans l’eau recueillie, à quel niveau de norme NCQAA les gaz émis par la centrale se situent-ils ?**