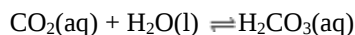


Eau et environnement : les plus acides

Documents d'après les sites internet « Environnement Canada » (www.ec.gc.ca), « Environmental Protection Agency United States » (www.epa.gov) et « Alertes météo (www.alertes-meteo.com)

Document 1 : définition et apparition des pluies acides

Dans des conditions normales, le pH de l'eau de pluie se situe autour de 5,6 : elle est donc naturellement légèrement acide mais n'est pas dangereuse à ce stade, en raison essentiellement de la solvatation du dioxyde de carbone atmosphérique, qui forme de l'acide carbonique $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ selon la réaction :



On parle donc généralement de pluie acide lorsque le pH de l'eau de pluie est inférieur à 5,6. Cette acidité supplémentaire est due à la présence dans l'atmosphère puis dans ses dépôts humides et secs (matériaux déposés) sur Terre de quantités élevées d'acides comme l'acide nitrique $\text{HNO}_3(\text{aq})$ ou l'acide sulfureux $\text{H}_2\text{SO}_3(\text{aq})$. On rencontre aussi de l'acide sulfurique $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ et d'autres acides comme l'acide chlorhydrique ou l'acide formique.

Une pluie dont le pH vaut 5,9 est-elle acide du point de vue chimique ? Du point de vue environnemental ?

Les émissions de dioxyde de soufre $\text{SO}_2(\text{g})$ et d'oxyde d'azote $\text{NO}_x(\text{g})$ comme le monoxyde d'azote $\text{NO}(\text{g})$ de diverses sources pénètrent quotidiennement dans l'atmosphère à l'état de substances capables de produire des acides. Pendant leur séjour dans l'atmosphère, ces composés sont solvatés par l'eau en pénétrant par exemple dans les fines gouttes d'eau, et se combinent à l'eau pour former les acides. Ces acides tombent sous forme de dépôt humide (pluie acide) lorsqu'ils sont mélangés à la pluie. En l'absence de pluie, les particules retombent lentement sur le sol sous forme de dépôt sec.

Equations de formation de l'acide sulfureux $\text{H}_2\text{SO}_3(\text{aq})$ à partir de dioxyde de soufre :

Le dioxyde de soufre peut être oxydé en trioxyde de soufre dans l'atmosphère. Par quel fort oxydant ? Déterminer la réaction correspondante :

Comme le dioxyde de soufre, $\text{SO}_3(\text{g})$ permet ensuite d'obtenir de l'acide sulfurique. Donner les équations correspondantes :

Document 2 : origine des polluants

On trouve deux origines principales des polluants responsables des pluies acides :

* des sources naturelles ou semi-naturelles : émissions volcaniques soufrées, oxydes d'azote produits par la foudre, gaz issus de certaines formes de décomposition biologique terrestres, ou émis par les océans, feux de forêts...

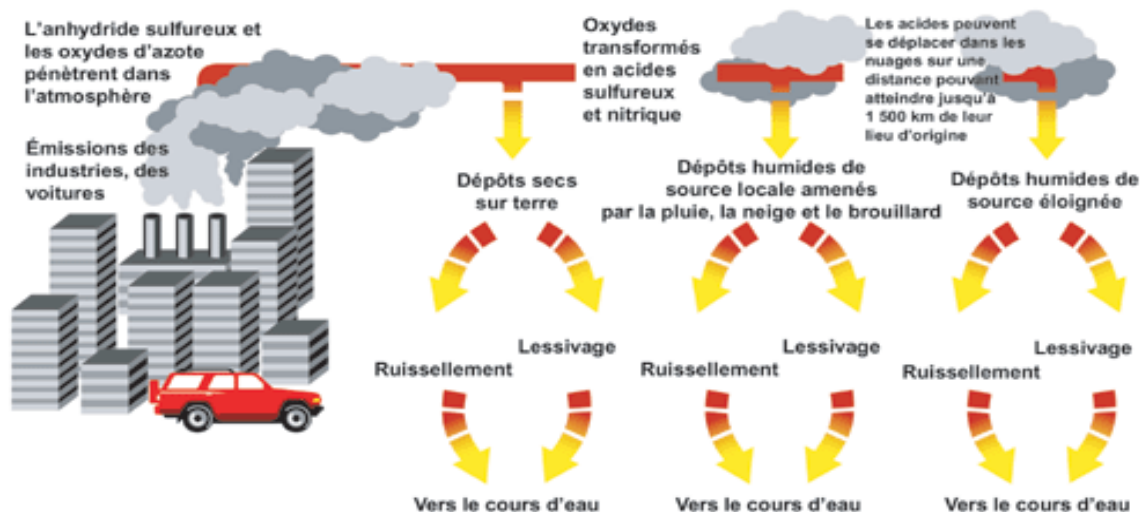
* des sources anthropiques, dont l'industrie, les centrales thermiques, le chauffage et les transports... Les pluies acides résultent essentiellement de la pollution de l'air par le dioxyde de soufre (SO_2) produit par l'usage de combustibles fossiles riches en soufre, ainsi que des oxydes d'azote (NO_x) qui se forment lors de toute combustion de l'atmosphère, produisant de l'acide nitrique. En ce qui concerne l'action humaine sur l'environnement, les usines, le chauffage et la circulation automobile sont les principales sources. L'acide chlorhydrique issu de l'incinération de certains déchets plastiques, et l'ammoniac généré par les activités agricoles contribuent également aux pluies acides.

Documents 3 : transport des acides et retombée sur Terre

Portés par les vents dominants, les acides circulent dans l'atmosphère avec les masses d'air. Par exemple, une bonne partie des pluies acides de Scandinavie résultent des polluants accumulés par les masses d'air venant de la mer et ayant survolé l'Angleterre, la France et l'Allemagne.

Le schéma suivant résume les voyages possibles des acides :

Pluies acides



Document 4 : conséquences des pluies acides sur la flore

Les arbres ne sont pas directement détruits, mais les éléments nutritifs contenus dans le sol sont dissous et emportés par les pluies. Les pluies acides tuent aussi les micro-organismes, ce qui laisse un sol sale, sans nouveaux éléments nutritifs produits. Les feuilles sont endommagées (tache noire ou marron), et ne peuvent plus pratiquer la photosynthèse. Les racines, essayant de survivre dans un sol rongé, peuvent aussi être directement attaquées par l'acide. Tout cela conduit à une diminution de la résistance de la flore, et donc à une augmentation de la mortalité lors d'épidémie ou lors de conditions climatiques difficiles.

Les feuilles résistantes des résineux sont brûlées dans les zones les plus polluées.



Document 5 : conséquences des pluies acides sur la faune

Les pluies acides éliminent du sol, par lessivage, des substances nutritives telles que le magnésium, le calcium, le potassium.. Le manque de calcium peut avoir des répercussions sur toute la chaîne alimentaire : ainsi, les oiseaux qui se nourrissent d'insectes vivant sur un sol appauvri pondent des œufs aux coquilles trop fragiles, qui se brisent avant l'éclosion.

Tableau illustrant les domaines de pH de survie de quelques espèces animales

pH animal \	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0
truite	😊	😊	😊	😊	😞	😞
perche	😊	😊	😊	😊	😊	😞
grenouille	😊	😊	😊	😊	😊	😊
salamandre	😊	😊	😊	😊	😞	😞
mollusque	😊	😊	😞	😞	😞	😞
langouste	😊	😊	😊	😞	😞	😞
escargot	😊	😊	😞	😞	😞	😞

Document 6 : conséquences des pluies acides sur les bâtiments

L'acidité des pluies peut accélérer l'érosion naturelle de nombreux matériaux, notamment calcaires, ainsi que la corrosion de certains métaux (le plomb qui tient les vitraux). Les pierres calcaires tendres, certains marbres et tuffeaux y sont les plus sensibles. Cela a d'abord été remarqué en Europe sur de nombreuses cathédrales dont la pierre s'est rapidement dégradée de la fin du XIX^e siècle aux années 1990, par exemple en Angleterre pour les cathédrales telles que York Minster et l'Abbaye de Westminster. La sculpture est souvent très touchée : les détails disparaissent.

De nombreux autres bâtiments et éléments construits du patrimoine mondial ont été attaqués ces dernières années par l'acidité de l'air, dont par exemple le Taj Mahal en Inde et le Colisée à Rome, surtout dans les régions industrielles.



Document 7 : préparation d'une pluie acide au laboratoire

Pour simuler une pluie acide, on a préparé au laboratoire une solution d'acide sulfureux grâce au protocole suivant :

- * Faire brûler du soufre dans un flacon rempli de dioxygène,
- * Lorsque la combustion est terminée, ajouter un litre d'eau distillée.

La première étape permet, par une équation d'oxydoréduction, l'obtention de dioxyde de soufre. Ecrire les équations qui correspondent à chacune des deux étapes :

Problème posé

On souhaiterait savoir si une salamandre et une grenouille du tableau du document 5 pourraient vivre dans l'eau de pluie acide ainsi préparée.

Quelques informations supplémentaires sont fournies :

Correspondance entre concentration en acide sulfureux et pH de la solution :

Concentration (mol.L ⁻¹)	1.10 ⁻⁶	5.10 ⁻⁶	1.10 ⁻⁵	5.10 ⁻⁵	1.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	1.10 ⁻³	5.10 ⁻³	1.10 ⁻²	5.10 ⁻²
pH	6	5,3	5	4,3	4	3,3	3	2,3	2	1,5

Quelques couples d'oxydoréduction :

$\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$; $\text{SO}_4^{2-} / \text{H}_2\text{SO}_3$ Seuls les ions permanganate sont colorés

Masses molaires :

$M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{S}) = 32,0 \text{ g.mol}^{-1}$;

Matériel :

Celui sur votre paillasse et celui dans la salle notamment une solution de permanganate de potassium de concentration $c_{\text{perm}} = 1,00.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

1) Rédiger sur feuille séparée un protocole complet permettant de répondre à la question posée, faire valider votre protocole par le professeur.

2) Passer à l'expérience et répondre au problème posé. Vous n'oublierez pas d'indiquer toutes les sources d'imprécisions et/ou d'approximation sur les mesures et les résultats (à énumérer seulement pour l'instant, nous verrons plus tard comment présenter le résultat final en faisant apparaître l'imprécision de ce résultat qu'il faudra calculer en fonction de l'imprécision des paramètres).

3) Déterminer enfin le pourcentage massique en acide sulfureux dans l'eau ainsi préparée.