

C.M.E. 5.2 Qu'est-ce qu'une pluie acide ?

I) Activité :

Observer les photos ci-dessous et décrire en quelques mots les résultats des pluies acides.



.....
.....

I) Le cycle de l'eau :

Le cycle de l'eau n'a pas de point de départ, mais les océans semblent un bon point de départ. Le soleil réchauffe l'eau des océans; celle-ci s'évapore dans l'air. Les courants d'air ascendants entraînent la vapeur dans l'atmosphère, où les températures plus basses provoquent la condensation de la vapeur en nuages. Les courants d'air entraînent les nuages autour de la Terre, les particules de nuage se heurtent, s'amoncellent et retombent en tant que précipitation. Certaines précipitations retombent sous forme de neige et peuvent s'accumuler en tant que calottes glaciales et glaciers. Quand arrive le printemps, la neige fond et l'eau ruisselle. Une grande partie des précipitations retournent aux océans ou s'infiltrent dans le sol. L'eau s'écoule aussi en surface. Certains écoulements retournent à la rivière et donc vers les océans. L'écoulement de surface et le suintement souterrain s'accumulent en tant qu'eau douce dans les lacs et rivières. Mais tous les ruissellements ne s'écoulent pas vers les rivières. Une grande partie s'infiltré dans le sol. Une partie de cette eau reste près de la surface du sol et peut retourner vers les masses d'eau de surface (et l'océan) comme résurgence d'eau souterraine. Certaines nappes souterraines trouvent une ouverture dans le sol et émergent comme des sources d'eau douce. L'eau souterraine peu profonde est absorbée par les racines des plantes et rejetée dans l'atmosphère via la transpiration des feuilles. Une quantité des eaux infiltrées descend encore plus profondément et réalimente les aquifères (roche souterraine saturée), qui stockent d'énormes quantités d'eau douce pour de longues périodes. Bien entendu, cette eau continue à bouger et une partie retourne à l'océan où le cycle de l'eau "se termine" ... et "recommence".



II) Qu'est-ce qu'une pluie acide ?

Une pluie normale est légèrement acide, mais il existe des pluies très acides. Les deux principaux polluants responsables des pluies acides sont le dioxyde de soufre et les oxydes d'azote. Généralement ceux sont des résidus de combustion de charbon, de pétrole et de gaz, de carburants et d'engrais. Lorsque les deux gaz mentionnés plus haut sont en suspension, ils se transforment par réaction chimique avec les vapeurs d'eau. Le dioxyde de soufre devient de l'acide sulfurique et les oxydes d'azote deviennent de l'acide nitrique qui est un acide très fort. Ces gaz restent en suspension jusqu'à ce qu'il y ait des précipitations. Ensuite, elle va s'étendre partout dans l'atmosphère et tous les endroits qui recevront les précipitations seront pollués. Par conséquent, ces gaz peuvent se déplacer lors des précipitations. Les vents sont donc responsables de ces déplacements. On distingue des pluies acides naturelles et des pluies acides artificielles. L'acidité des pluies acides naturelles est causée par les volcans, les marécages, etc. Tandis que les pluies acides artificielles sont dues aux conséquences de l'activité humaine comme les usines les véhicules, etc.

III) Quelle est l'origine des pluies acides ?

La pluie, la neige ou le brouillard pollués par des substances acides dans l'atmosphère sont autant de formes de précipitations acides qui endommagent l'environnement. Deux polluants atmosphériques communs acidifient les précipitations : ce sont le dioxyde de soufre (SO_2) et les oxydes d'azote (NO_x). Lorsque ces substances sont émises dans l'atmosphère, elles sont susceptibles d'être transportées sur de grandes distances par les vents dominants avant de retomber sur terre sous forme de précipitations acides (pluie, neige, brouillard ou poussière). Lorsque l'environnement ne parvient pas à neutraliser les substances acides, des dommages s'ensuivent.

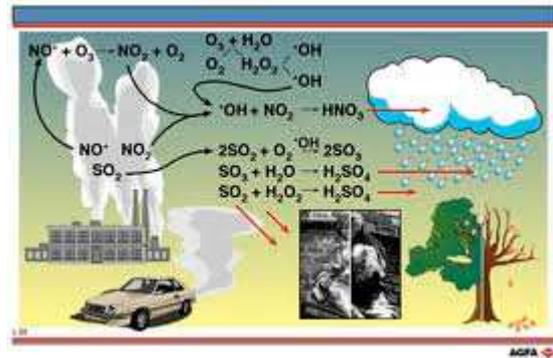
Les précipitations non polluées ont ordinairement un pH de 5,6. Elles sont légèrement acides à cause du dioxyde de carbone naturellement présent dans l'atmosphère. Il n'est pas rare que l'eau de pluie acidifiée ait un pH de 4, environ 30 fois plus acides que l'eau de pluie normale. On a noté des pluies acides d'un pH de 1,5 à Pittsburg aux Etats-Unis ! N.B.: le pH du jus de citron est voisin de 2,3; celui du Coca-Cola est de 2,6; celui du vinaigre est de 2,8.

1) D'où proviennent les émissions de dioxyde de soufre?

Le dioxyde de soufre (SO_2) est normalement un sous-produit de procédés industriels et de la combustion de combustibles fossiles. La première fusion de minerais, l'exploitation de centrales au charbon et le traitement du gaz naturel sont les principales sources de SO_2 .

2) D'où proviennent les émissions de NO_x ?

La combustion des carburants pour véhicules automobiles et des combustibles pour les appareils de chauffage résidentiels et commerciaux, pour les chaudières et les moteurs industriels et pour l'alimentation des centrales électriques constitue la principale source d'émissions de NO_x .



IV) Quelles sont les conséquences des pluies acides ?

Les pluies acides entraînent des conséquences assez graves pour l'environnement. Les végétaux, les animaux, les lacs sont touchés par ces pluies. De plus, les pluies restent longtemps dans les sols, ce qui va endommager les racines de tous végétaux. Ces pluies peuvent même leurs causer la mort ou retarder la croissance. Quand l'eau d'un lac devient de plus en plus acide, les bactéries qui s'y trouvent, meurent. Et le même sort arrive aux petits poissons. Mais, l'habitat va totalement se transformer, on dit que le lac devient sans vie. L'eau acide des lacs est très claire puisqu'on n'y retrouve plus de plantes ni d'animaux minuscules comme dans les lacs non pollués.

Finalement, les pluies acides peuvent nuire aux habitats humains et peuvent même à la santé des êtres humains. Elles entraînent la détérioration des matériaux. Elles accélèrent la rouille du métal. On peut observer certains de ces phénomènes un peu partout dans le monde. Et voici les endroits où on retrouve le plus de pollution acide: l'Amérique du Nord (surtout à l'est), l'Est de l'Amérique du Sud, l'Europe, l'Afrique (surtout au sud), l'Asie.

V) Rappels sur le pH :

Toutes les solutions contiennent des molécules d'eau _____, des ions _____ qui dans l'eau forment des ions _____ et des ions _____. Le caractère acide, basique ou neutre d'une solution se mesure par le _____ de cette solution (_____ signifie _____). On quantifie la valeur du pH sur une échelle allant de _____ à _____. Le pH d'une solution aqueuse caractérise cette solution de la façon suivante :

- $\text{pH} < 7$ La solution est _____
- $\text{pH} = 7$ La solution est _____
- $\text{pH} > 7$ La solution est _____

Le pH est très important, le sang a un pH compris entre 7,3 et 7,5. Si le pH du sang descend à 7, c'est la mort par coma, s'il monte à 7,8 c'est la mort par tétanos.

Pour mesurer le pH, ils existent plusieurs méthodes :

- L'utilisation
- L'utilisation de
- L'utilisation du

a) Le pH :

Afin de comparer l'acidité des solutions, on s'intéresse à la concentration molaire en ions Cette concentration est souvent exprimée sous la forme 10^{-n} , le pH sera alors calculer par la formule :

$$\text{pH} = \dots\dots\dots$$

b) l'eau pure :

L'eau pure est très légèrement conductrice d'électricité, elle contient donc des ions. En fait ces ions proviennent de l'autoprotolyse de l'eau suivant la réaction :



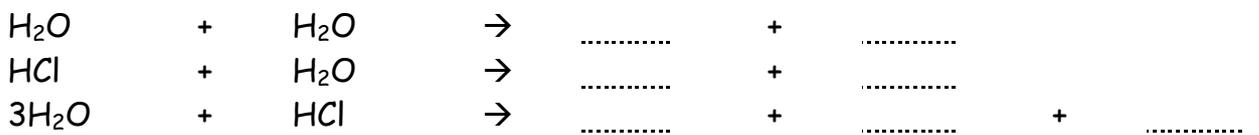
Cette réaction se fait dans d'infimes proportions, environ 2 pour 550 000 000.

Dans le cas de l'eau pure, il y a donc autant d'ions que d'ions

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \quad \text{ce qui explique que le pH de l'eau est } \dots\dots\dots$$

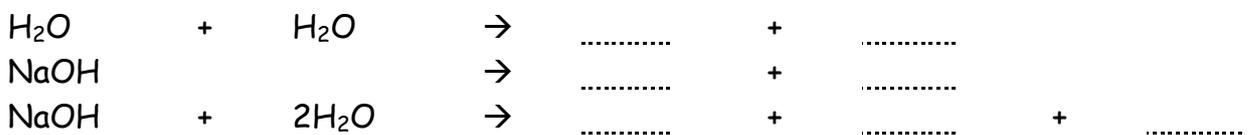
On peut définir le produit ionique de l'eau $[\text{H}_3\text{O}^+].[\text{OH}^-] = \dots\dots\dots$

c) La solution d'acide Chlorhydrique :



Cette réaction augmente le nombre d'ions par rapport au nombre d'ions, la solution devient acide.

d) La solution de soude :



Cette réaction augmente le nombre d'ions par rapport au nombre d'ions, la solution devient

VI) Caractère acido-basique d'une solution :

1) Mesure de la quantité d'acide ou de base dans une solution :

Il est possible de mesurer ou de calculer la quantité d'acide ou de base contenu dans une solution. On effectue un dosage. En effet, on peut calculer la concentration molaire d'un acide en le neutralisant avec une base et vis et versa.

Voir C.M.E.52 T.P. N°1 Dosage du DESTOP.

2) Le caractère acide de l'eau de pluie : comment apparaît-il ?

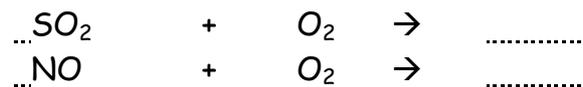
Lorsque le dioxyde de carbone CO_2 se dissout dans l'eau, ses molécules se combinent avec les ions oxonium H_3O^+ pour former des ions hydrogénocarbonates HCO_3^- . Compléter l'équation de la réaction :



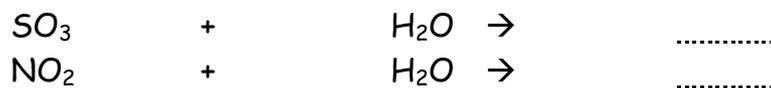
Indiquer ce qui se passe pour la concentration $[OH^-]$ en OH^- .

.....
.....

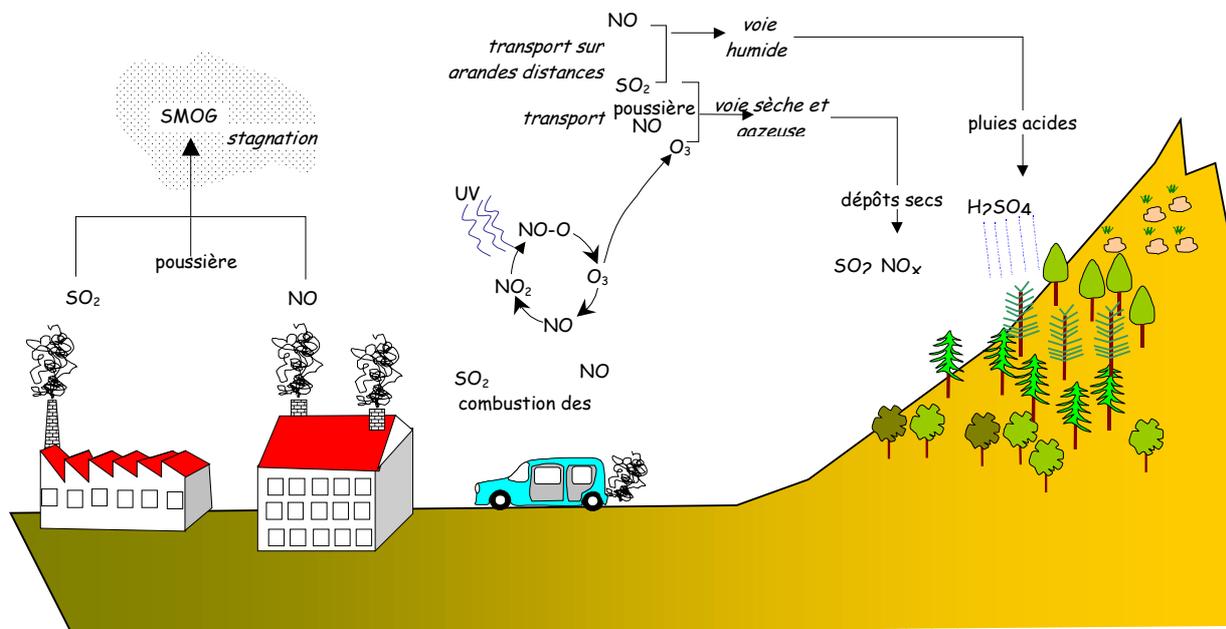
Le dioxyde de soufre SO_2 et l'oxyde d'azote NO réagissent avec le dioxygène de l'air pour donner le trioxyde de soufre SO_3 et le dioxyde d'azote NO_2 . Compléter et équilibrer les réactions.



Le trioxyde de soufre SO_3 et le dioxyde d'azote NO_2 réagissent ensuite avec l'eau pour former l'acide sulfurique H_2SO_4 et l'acide nitrique HNO_3 . Compléter et équilibrer les réactions.



Le principal facteur de l'acidification des pluies est donc le rejet, dans l'atmosphère, d'espèces chimiques possédant un risque de formation d'ions oxoniums : Le dioxyde de soufre SO_2 et l'oxyde d'azote NO (ou directement du dioxyde d'azote NO_2). Or, il s'avère que la quasi, voir la totalité des émissions de ces gaz est d'origine industrielle ou résulte de la production énergétique !



3) Exercices :

Exercice N°1 :

a) Calculer le pH d'une solution d'acide chlorhydrique ayant les concentrations suivantes :

0,001 mol/L pH =

0,1 mol/L pH =

10^{-8} mol/L pH =

b) Des pièces métalliques sont décapées dans une solution de 10 L d'acide chlorhydrique de concentration 0,05 mol/L. Calculer arrondi au dixième le pH de cette solution.

pH =

c) Pour décapier un lot de pièces en métal ferreux, une entreprise utilise une solution d'acide chlorhydrique de concentration 0,015 mol/L. Calculer arrondi au dixième le pH de cette solution.

pH =

Exercice N°2 : Acide, basique ou neutre.

En utilisant la relation du produit ionique de l'eau $[H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$, compléter le tableau en indiquant si la solution est acide, basique ou neutre.

$[H_3O^+]$ en mol/L	10^{-4}		
$[OH^-]$ en mol/L		10^{-3}	10^{-7}
pH de la solution			
Nature de la solution			