

TP 2 Pluie acide

Introduction :

Quels sont les gaz responsables de l'effet de serre et des pluies acides ? Comment diminuer l'émission de gaz polluants rejetés par les véhicules?

Les alertes aux pics de pollutions nous forcent à modifier notre comportement, mais de quels polluants est-il question?

Les taux de dioxyde de soufre, d'ozone, de dioxyde d'azote et des particules, principalement émis par les véhicules, sont sans cesse surveillés. Au-delà de leur seuil, ces espèces chimiques sont nocives pour la santé, mais aussi pour l'écosystème. Elles sont responsables de la formation d'ozone troposphérique participant à renforcer l'effet de serre, et de l'augmentation de l'acidité des pluies diminuant le pH des rivières et des lacs en bouleversant leur biodiversité. C'est pour cette raison que les recherches et les normes se multiplient autour des rejets des véhicules. L'utilisation désormais obligatoire des pots catalytiques en sortie d'échappement fait partie de ces innovations.

L'ozone O_3 est un gaz toxique présent dans l'atmosphère. Dans la stratosphère (entre 15 et 30 km), il se forme naturellement et constitue la couche d'ozone qui nous protège des rayonnements UV trop énergétiques. Dans la troposphère (entre 0 et 10 km), il résulte de réactions chimiques provoqué par des polluants comme NO_2 .

L'acidité des pluies est due naturellement à la dissolution, dans l'eau de pluie, d'oxydes d'azote (donnant l'acide nitrique) ou de soufre (donnant l'acide sulfurique) présents parmi les rejets atmosphériques. En dessous d'un pH de 5,6 les pluies sont considérées comme acides.

Objectif :

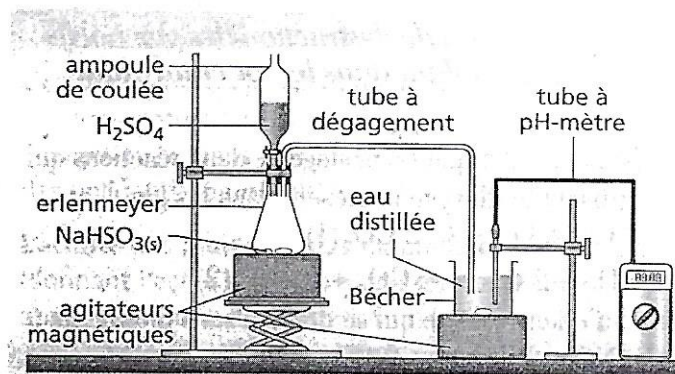
Identifier le gaz responsable des pluies acides et réaliser son titrage.

Certains polluants rejetés dans l'atmosphère provoquent des pluies acides, c'est-à-dire des pluies dont le pH est en dessous de 5,6. Un de ces polluants est le dioxyde de soufre SO_2 . Comment un oxyde peut-il modifier l'acidité de la pluie ? Deux oxydes présents dans l'atmosphère sont comparés ici : SO_2 et CO_2 .

1. Gaz et pH :

Protocole :

- Dans un bécher de 250 mL introduire 150 mL d'eau distillée très fraîchement bouillie et refroidie.
- Introduire un barreau magnétique et positionner un pH-mètre étalonné.
- Réaliser le montage suivant :



- Introduire dans un erlenmeyer une masse $m = 4.5$ g d'hydrogénosulfite de sodium NaHSO_3 (ou $m = 3.6$ g d'hydrogencarbonate de sodium NaHCO_3 , la moitié des binômes utilisant un sel, l'autre moitié l'autre sel).
 - Ajuster le bouchon avec le tube à dégagement et l'ampoule de coulée.
 - Introduire un volume $V = 20$ mL d'acide sulfurique de concentration $c = 1$ mol/L dans l'ampoule.
 - Faire couler l'acide par petites quantités dans l'erlenmeyer. Laisser le gaz produit barboter dans l'eau distillée jusqu'à observer la fin de la transformation.
 - À la fin de l'expérience, relever le pH final dans le bécher.
- a. Établir les équations chimiques montrant que SO_2 (ou CO_2) a été produit dans l'erlenmeyer.
 - b. Proposer une ou plusieurs équations chimiques qui rendent compte de la variation du pH dans le bécher.
 - c. Comparer le pH des solutions obtenues lors de la dissolution de CO_2 et de SO_2 . En déduire une relation entre le pK_a de l'acide sulfureux et celui de l'acide carbonique.
 - d. Expliquer l'analogie entre l'expérience et le phénomène des pluies acides.

2. Titrage du dioxyde de soufre

La solution de dioxyde de soufre préparée lors de l'expérience modélise une pluie acide. Réalisons le titrage du dioxyde de soufre présent dans cette solution.

Protocole :

- Prélever à la pipette jaugée un volume $V_1 = 10$ mL de solution de dioxyde de soufre et l'introduire dans un bécher.
 - Introduire quelques gouttes d'empois d'amidon.
 - Réaliser un titrage rapide par une solution de diiode de concentration $C_2 = 0,050$ mol/L puis recommencer les opérations pour un titrage précis.
- e. Écrire l'équation chimique support du titrage entre SO_2 et I_2 .
 - f. Déduire d'un tableau d'avancement la relation entre la quantité de matière de SO_2 initialement présente dans V_1 et celle de I_2 versée à l'équivalence.
 - g. En déduire la concentration de dioxyde de soufre dissous dans l'eau distillée.
- Données: couples redox $\text{SO}_4^{2-} / \text{SO}_2$; I_2 / I^-

3. Activité documentaire:

Surveillance et lutte contre l'ozone troposphérique

Objectif :

Comprendre les origines de la pollution à l'ozone et découvrir un outil de lutte contre ces pollutions : le pot catalytique.

1 Suivi des quantités de NO₂ et O₃

Deux exemples de courbes, de suivi de NO₂ et de O₃ sont proposés dans la figure 1.

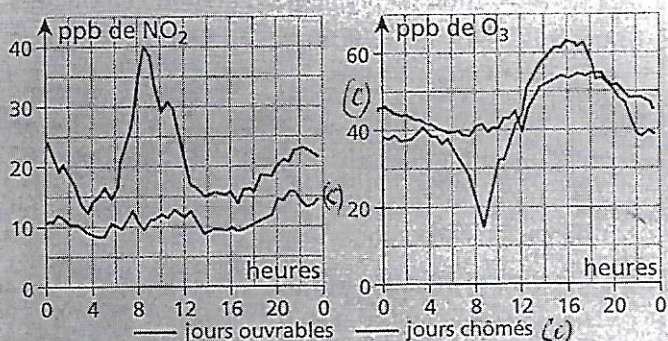


Fig. 1 Évolution de la concentration de divers polluants en agglomération. Levé du soleil à 8 h. Diminution de l'ensoleillement à partir de 16 h.

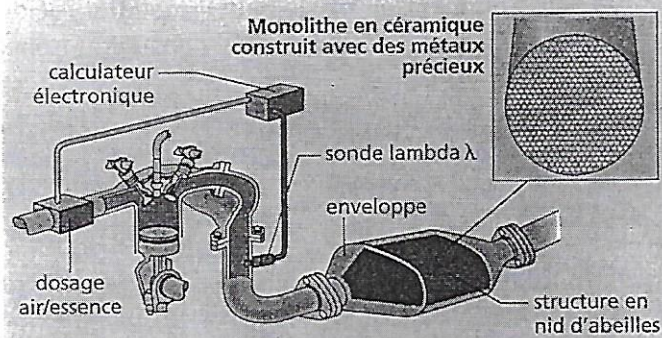
- Déduire de la **figure 1** que l'automobile est directement responsable de la production de NO₂.
- Ce raisonnement simple permet-il de conclure sur la relation entre O₃ et la circulation automobile ?
- Expliquer pourquoi l'équation chimique $\text{NO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{NO} + \text{O}_3$ est en accord avec la diminution de NO₂ en début de matinée.
- Quelle autre information sur ces courbes est en accord avec cette équation chimique ?

2 Pot catalytique et pollutions

DOC 1 Structure du pot catalytique

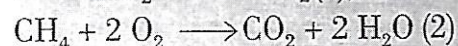
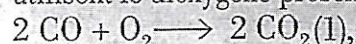
Afin de réduire leurs émissions en gaz polluants (CO, hydrocarbures non-brûlés comme le méthane CH₄, ou oxydes d'azote NO_x), les voitures sont équipées de pots catalytiques. Ces derniers sont

constitués d'un isolant thermique en céramique creusé en nid d'abeilles et imprégné de métaux précieux.

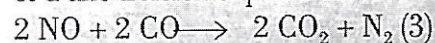


DOC 2 Réaction de destruction des gaz nocifs se déroulant dans le pot catalytique

Le pot catalytique est le siège de deux réactions qui utilisent le dioxygène présent dans les gaz :



et d'une troisième qui se déroule sans dioxygène :



Ces trois réactions chimiques, lentes à température ambiante, sont accélérées par un catalyseur et par une élévation de la température à 400°C.

- Quels gaz sortant d'un moteur doivent être transformés ? Pourquoi faut-il les transformer ?
- Quel est l'intérêt d'un catalyseur pour cette transformation ?
- Pour la destruction de quels gaz nocifs l'apport de dioxygène est-il essentiel ?
- Discuter de l'effet indirect de l'apport de dioxygène sur l'équation 3.
- À l'aide du **document 1**, déterminer le rôle de la sonde lambda.