

Un sol truffier

CONTEXTE DU SUJET

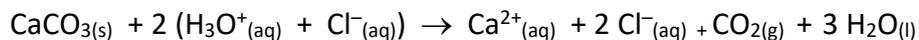
Il existe en France des sols favorables à la trufficulture. L'analyse des différentes caractéristiques du sol est déterminante pour juger de son aptitude à héberger des truffes.



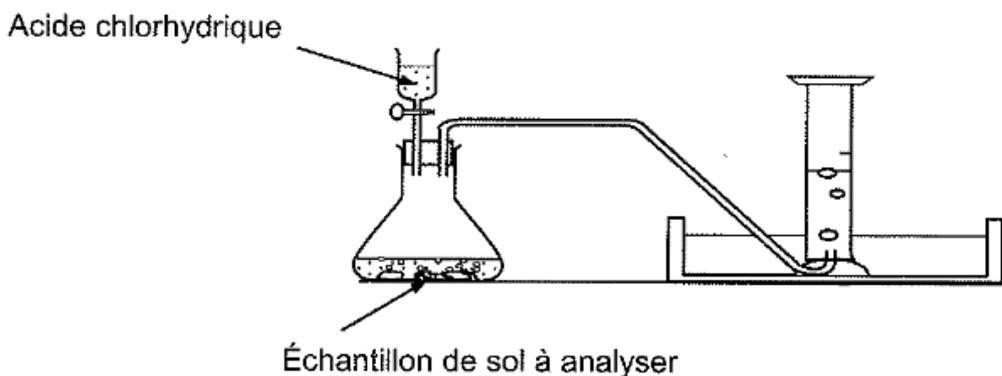
Un sol truffier est calcaire c'est-à-dire riche en carbonate de calcium $\text{CaCO}_{3(s)}$. Le pourcentage massique en carbonate de calcium $\text{CaCO}_{3(s)}$ d'un sol truffier doit être compris entre 20% et 60%

Un test rapide permettant de savoir si un sol contient du carbonate de calcium consiste à verser un peu d'acide chlorhydrique concentré sur ce sol. Si une effervescence se produit, le sol est dit « calcaire ».

Le test peut être modélisé par la réaction d'équation suivante :



On peut utiliser cette réaction pour déterminer la teneur en carbonate de calcium d'un sol. Pour cela, on réalise le dispositif expérimental ci-dessous. On introduit de l'acide chlorhydrique en excès ; le gaz dégagé est recueilli au moyen d'une éprouvette graduée remplie au préalable d'eau.



→ Avant de savoir si le sol étudié est bien un sol truffier, un peu de théorie s'impose sur les gaz !

PREMIERE PARTIE : LE MODELE DU GAZ PARFAIT

QUELQUES DOCUMENTS

Document 1 : Hypothèses

Le modèle du gaz parfait repose sur trois hypothèses :

- Les molécules ou atomes constituant le gaz sont supposées être des sphères rigides, toutes identiques, dont le diamètre est négligeable devant la distance qui les sépare ;
- Hormis lors de collisions, les molécules ou atomes n'interagissent pas entre eux ni avec les parois du récipient ;
- L'agitation (dite agitation thermique) de ces particules est perpétuelle et aléatoire, les particules se déplacent dans toutes les directions possibles.

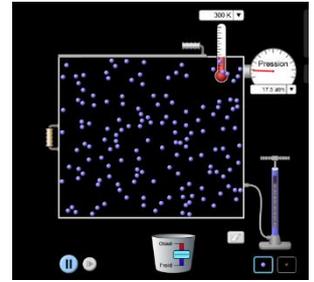
Document 2 : Simulation du modèle du gaz parfait

Ouvrir l'animation :

https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_fr.html

Choisir « intro ».

Pour chaque expérience, donner trois coups de pompe complet et attendre l'équilibre.



Document 3 : Résultats expérimentaux

- On remplit une seringue de dioxyde de carbone
- On branche cette seringue à un pressiomètre.
- Faire varier le volume de gaz dans la seringue et relever les valeurs de pression.



P (en hPa)	1091	1190	1315	1464	1655	1888	2229
V (en L)	0,060	0,055	0,050	0,045	0,040	0,035	0,030

ANALYSER - REALISER

1. On cherche l'expression qui modélise l'évolution de la pression d'un gaz parfait : utiliser la simulation proposée pour déterminer quelle expression peut être retenue :

$$\textcircled{1} P = \frac{n \times R \times V}{T} \quad \textcircled{2} P = n \times R \times T \times V \quad \textcircled{3} P = \frac{n \times R}{T \times V} \quad \textcircled{4} P = \frac{n \times R \times T}{V} \quad \textcircled{5} P = \frac{R \times T}{n \times V}$$

où :

- T représente la température cinétique de ce gaz (en K) ;
- n représente la quantité de matière du gaz contenu dans l'enceinte (en mol) ;
- V représente le volume de l'enceinte (en m³) ;
- P représente la pression en Pa ;
- R est une constante qui vaut **8,314 en J.mol⁻¹.K⁻¹**

2. Rappeler la loi de Boyle-Mariotte (étudiée en première) et montrer que l'expression choisie est en accord avec cette loi.

3. A l'aide d'une analyse dimensionnelle, montrer que l'unité de la pression (pascal Pa), correspond à des $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$ (Données : le travail d'une force s'exprime en Joule (J) et il résulte du produit d'une force (N) par une distance (m) ; Une force a la même unité que le produit d'une masse par une accélération.)
4. Si le dioxyde de carbone se comportait toujours comme un gaz parfait, tout paramètre (T et n) étant constant par ailleurs, quelle fonction pourrait-on utiliser pour modéliser la courbe $P = f\left(\frac{1}{V}\right)$?

VALIDER

- Montrer alors que le dioxyde de carbone ne se comporte pas comme un gaz parfait dans certaines conditions qui seront à préciser. Le modèle du gaz parfait repose sur trois hypothèses d'après le document 1. Laquelle n'est pas vérifiée ici ? Justifier.

DEUXIEME PARTIE : ET NOS TRUFFES ALORS ?

ANALYSER - VALIDER

Pour un échantillon de masse $m = 1,2$ g du sol à analyser, le volume de gaz recueilli est $V = 72$ mL sous une pression de 1015 hPa à une température $\theta = 20^\circ\text{C}$

- Sachant que l'acide chlorhydrique a été introduit en excès, la quantité de calcaire dans le sol étudié convient-elle à la culture de la truffe ?