# EXERCICE III - FORMATION D'UNE CAVITÉ SOUTERRAINE DU GOUFFRE DE PADIRAC

Le Gouffre de Padirac, situé dans le département du Lot, est considéré comme l'une des plus grandes curiosités géologiques de France. Cette cavité, que l'on suppose cylindrique, a un diamètre d'ouverture de 35 m et une profondeur de 103 m, et permet d'atteindre une galerie souterraine où il règne une température proche de 13 °C.



L'objectif de cet exercice est d'estimer la durée nécessaire à la formation de cette cavité souterraine. On émet l'hypothèse que cette dernière s'est formée par disparition du carbonate de calcium $CaCO_3$ (calcite) présent dans les roches calcaires par réaction avec l'eau de pluie s'infiltrant dans le sol.

Figure 1. Gouffre de Padirac vu de l'intérieur.
*Source : www.tourisme-lot.com*

**Données :**

- masses molaires atomiques : $M(C) = 12{,}0$ g.mol$^{-1}$, $M(O) = 16{,}0$ g.mol$^{-1}$, $M(Ca) = 40{,}1$ g.mol$^{-1}$ ;
- masse volumique moyenne de la calcite ou carbonate de calcium $CaCO_3$ (s) : $\rho = 2{,}7 \times 10^3$ kg.m$^{-3}$ ;
- 1 mm de précipitations équivaut à 1 L d'eau de pluie par m² au sol ;
- le volume d'un cylindre de rayon $r$ et de hauteur $H$ est supposé connu du candidat.

**L'eau de pluie**

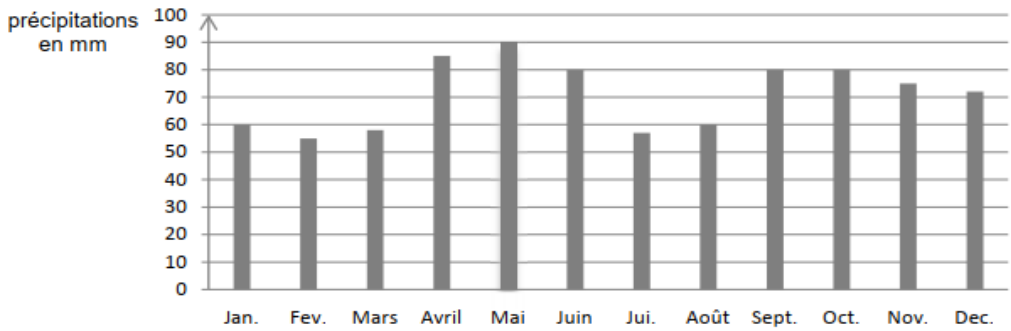
L'eau de pluie, par contact avec l'air et lors de son passage dans la végétation, se charge en dioxyde de carbone $CO_2$. Le dioxyde de carbone étant une espèce acide, sa dissolution dans l'eau de pluie s'accompagne d'une acidification de cette eau.

**Solubilité de la calcite dans l'eau de pluie en fonction du pH**

La solubilité d'une espèce chimique dans un solvant correspond à la quantité de matière maximale de cette espèce que l'on peut dissoudre par litre de solution.
On considère que la valeur du pH de l'eau de pluie infiltrée dans le sol aux alentours de Padirac est comprise entre 4,5 et 6. La solubilité de la calcite correspond à la quantité de matière maximale de calcite « dissoute » par litre d'eau de pluie après réaction.

| pH | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 |
|---|---|---|---|---|
| solubilité de la calcite (mmol.L$^{-1}$) | 3 | 1 | 0,6 | 0,2 |

**Données météorologiques à Gourdon, proche du Gouffre de Padirac**




*Source : site de Météo France*

## Questions préliminaires

**1.** On admet qu'environ 70 % des précipitations (pluie, neige, …) s'infiltrent dans la roche aux environs de Padirac. Vérifier que le volume d'eau de pluie qui s'infiltre à travers une surface correspondant à celle de l'ouverture du gouffre durant l'année 2015 est de l'ordre de $6 \times 10^5$ L.

**2.** Dans la gamme de pH donnée, montrer que la masse maximale de calcite ($CaCO_3$) qui peut être « dissoute » par litre d'eau de pluie est de l'ordre de 0,3 g.

## Problème

Estimer le nombre d'années nécessaires à la formation d'une cavité de dimension semblable à celle du gouffre de Padirac. Commenter le résultat obtenu.

*Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.*