EXERCICE 1 (9 points)
ACIDITÉ DES SOLS

Les propriétés chimiques d'un sol jouent un rôle prépondérant dans la production agricole et la biodiversité. Ainsi, la variation du pH d'un sol peut être à l'origine d'un déséquilibre dans sa composition minérale et organique, entraînant un mauvais développement des plantes.

Dans une première partie, on étudie des espèces responsables du pH d'un sol. Puis on s'intéresse au chaulage des sols, technique agricole utilisée pour rectifier l'acidité d'un sol.

Partie 1 – pH d'un sol

Le pH d'un sol est dû, entre autres, à la présence d'acides organiques issus der la biodégradation de la matière organique. L'acide fulvique, dont la représentation topologique est donnée ci-dessous (figure 1) est l'un d'entre eux.

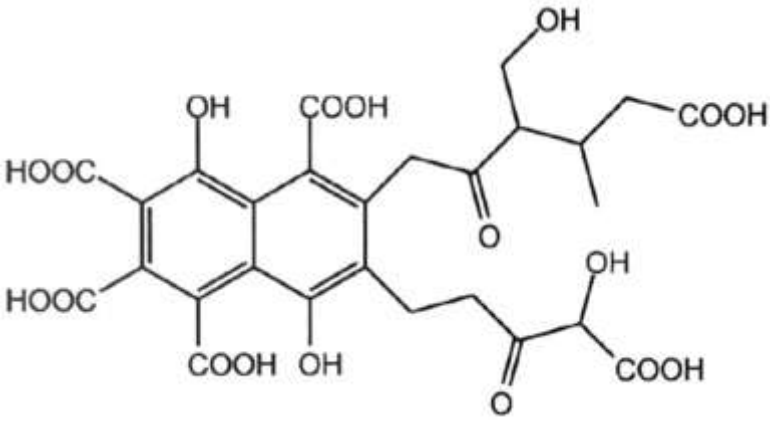


Figure 1 : Représentation topologique de l'acide fulvique

Q1- Compléter le tableau présent sur l'**ANNEXE P.10 À RENDRE AVEC LA COPIE** en identifiant les familles associées aux groupes caractéristiques qui y sont entourés. On les choisira parmi la liste suivante : *acide carboxylique, alcool, aldéhyde, amide, cétone, ester*.

Q2- Préciser, parmi la liste ci-dessus, la famille qui contribue à l'acidité de la molécule.

La dissolution du dioxyde de carbone atmosphérique $CO_2(g)$ dans l'eau des précipitations entraîne la formation d'espèces acides et basiques dans les sols qui influent sur leur acidité.

Données :

- Couples acido-basiques et pK_A associé
  - $H_2CO_3(aq)$ / $HCO_3^-(aq)$ $\quad pK_{A1}$
  - $HCO_3^-(aq)$ / $CO_3^{2-}(aq)$ $\quad pK_{A2}$

La figure 2 représente le diagramme de distribution des espèces acido-basiques $H_2CO_3(aq)$, $HCO_3^-(aq)$ et $CO_3^{2-}(aq)$ obtenu par simulation informatique.

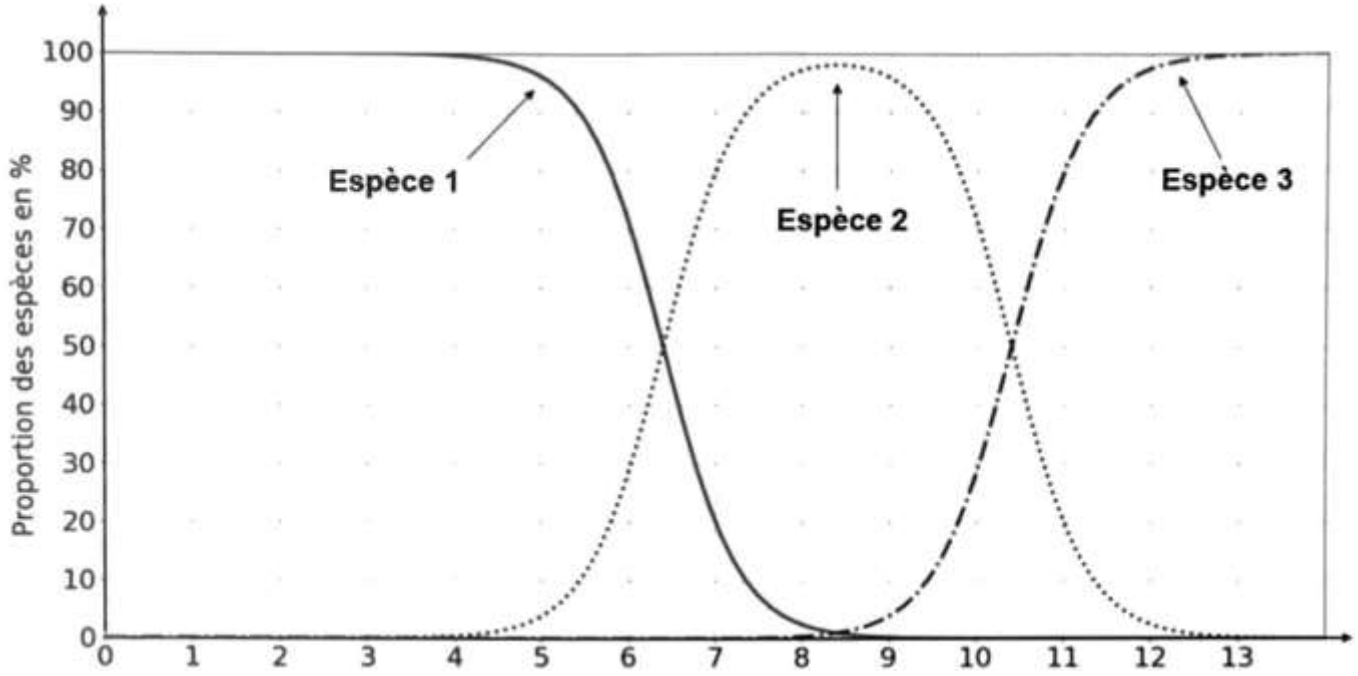


Figure 2 : Diagramme de distribution des espèces acido-basiques $H_2CO_3(aq)$, $HCO_3^-(aq)$ et $CO_3^{2-}(aq)$

Q3- Donner la formule des espèces 1,2 et 3 mentionnées sur le diagramme de distribution.

Q4- Préciser, en justifiant, le terme qualifiant le comportement acido-basique de l'espèce 2.

Q5- Donner l'expression littérale de la constante d'acidité K_{A1} en fonction des concentrations $[H_2CO_3]$, $[HCO_3^-]$, $[H_3O^+]$ et $c°$, la concentration standard ($c° = 1\ mol \cdot L^{-1}$)

Q6- En déduire la relation $pH = pK_{A1} + \log\left(\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}\right)$

Q7- Estimer la valeur de pK_{A1} en utilisant la figure 2. Vous justifierez la réponse à partir de la relation démontrée précédemment.

Terre de prédilection pour les hortensias bleus, la terre de Bruyère a un pH proche de 5.

Q8- Indiquer, en justifiant, l'espèce acido-basique issue du carbone atmosphérique prédominante dans la terre de Bruyère.

Partie 2 – Chaulage d'un sol

Les sols acides peuvent s'avérer néfastes pour la culture de certaines plantes. Le chaulage des sols consiste à réguler le pH des sols en utilisant de la chaux éteinte, ou hydroxyde de calcium, de formule chimique $Ca(OH)_2$.

Document – Titrage de l'acidité

Pour déterminer la quantité de chaux à ajouter au sol trop acide, on utilise une courbe de titrage de l'acidité. Pour cela, on réalise une solution aqueuse S d'hydroxyde de calcium en dissolvant une masse m = 0,250 g d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2(s)$ dans un volume V = 200 mL d'eau.

On prépare différentes solutions contenant :

- 100, 0 g d'un échantillon test de terre de bruyère ;
- différents volumes de la solution S contenant une quantité de matière n d'ions calcium ;
- de l'eau.

La courbe de titrage est tracée en mesurant le pH de ces solutions en fonction de la quantité de matière n d'ions calcium.

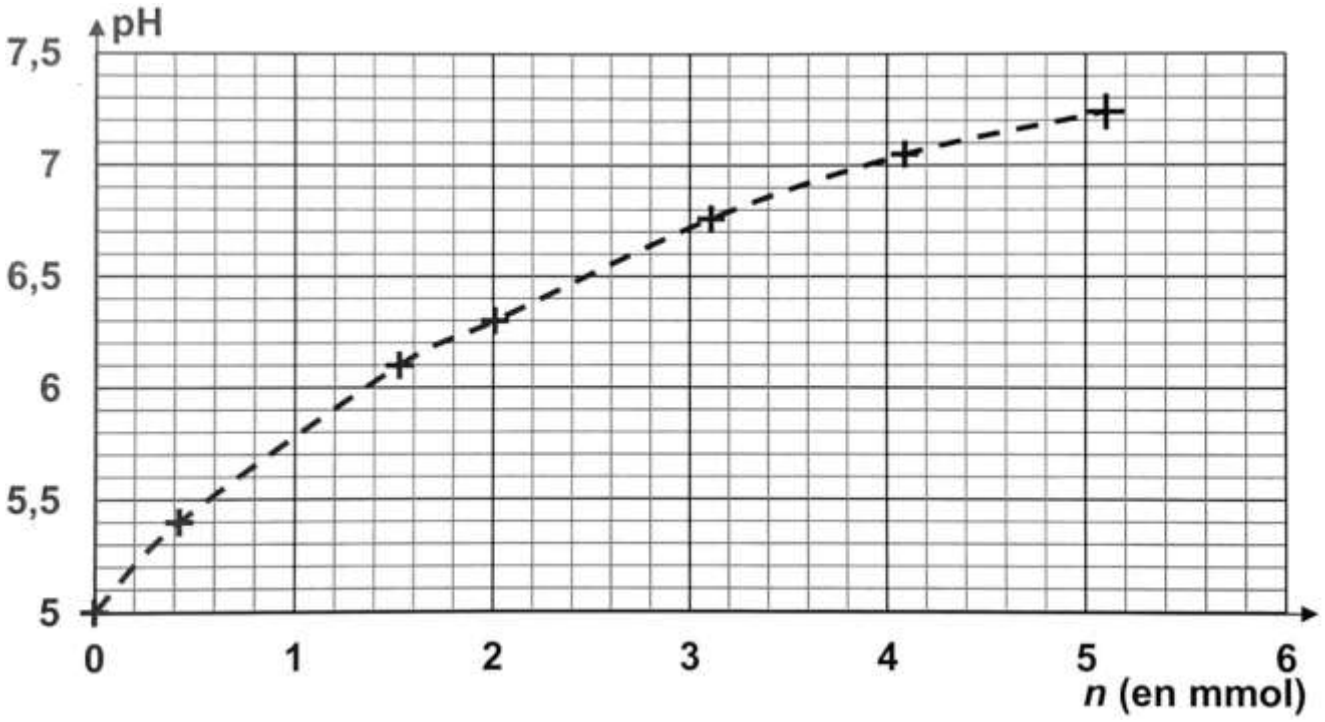


Figure 3 : Évolution du pH des solutions testées en fonction de la quantité de matière *n* en mmol d'ions calcium pour 100 g de terre

D'après *https:/horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/ pleins_textes_5/b_fdi_18-19/24696.pdf*

Données :

- Produit ionique de l'eau : $K_e = 1{,}00\times10^{-14}$ à 25°C ;
- Masse molaire de l'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2(s)$: $M = 74{,}0\ g\cdot mol^{-1}$;
- 1 ha = $1{,}00\times10^{4}\ m^2$;
- 1 tonne = $1{,}00\times10^{3}$ kg ;

Q9- Écrire l'équation de la réaction modélisant la dissolution de $Ca(OH)_2(s)$ dans l'eau. Cette transformation est considérée comme totale.

Q10- Montrer que la valeur de la concentration en ion hydroxyde de la solution aqueuse S d'hydroxyde de calcium est $[HO^-] = 3{,}38\times10^{-2}\ mol\cdot L^{-1}$.

Q11- En déduire la valeur du pH de la solution S.

La masse m_c (en tonnes) d'un sol à chauler se calcule à partir de la relation suivante :
$m_c = 1{,}4 \times S \times e$ où :

- S est la superficie de la parcelle à chauler (en m2) ;
- e est l'épaisseur de la couche de sol à considérer (en m).

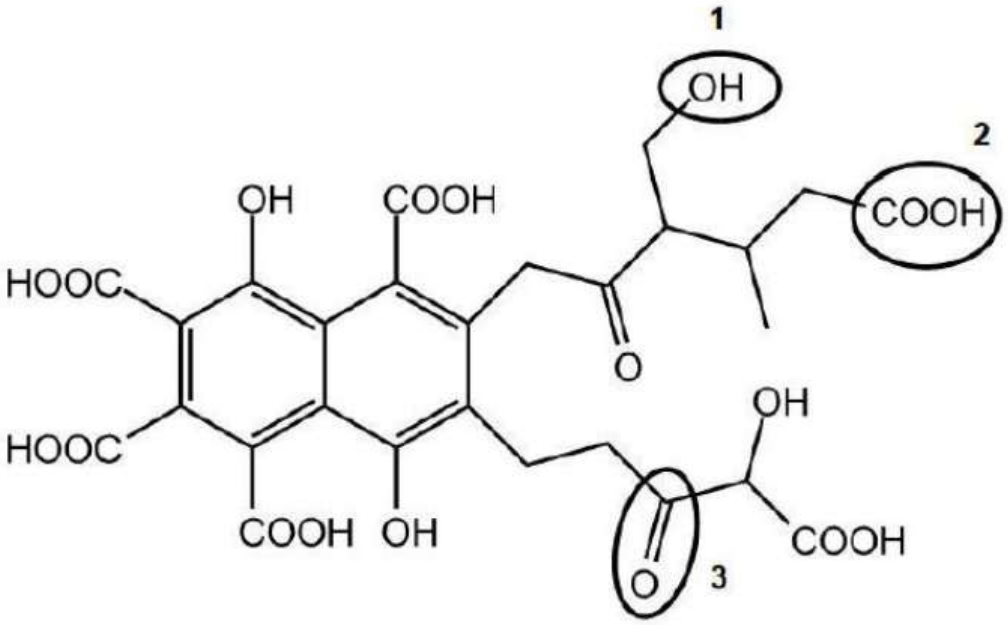
Un agriculteur souhaite chauler une parcelle de 1,00 ha en épandant de l'hydroxyde de calcium sur 10,0 cm de profondeur afin d'amener le pH de son sol à 6,50.

Q12- Déterminer la valeur de la masse l'hydroxyde de calcium $m(Ca(OH)_2(s))$ nécessaire pour atteindre le pH désiré.

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.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Exercice 1 – Formule topologique de l'acide fulvique



Numéro du groupe caractéristique	Nom de la famille
1	
2	
3	