Sauvons la vigne !

Bac S 2020 Antilles-Guyane (ancien programme) · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 55 min**

1.1 Déterminer la masse, en tonnes, de matière organique (MO) manquante pour cette parcelle.

Données utiles superficie $S = 0{,}57$ ha ; MO actuelle : $28\ \text{t/ha}$; MO souhaitée : $44\ \text{t/ha}$

Il manque, par hectare : $44 - 28 = 16\ \text{t/ha}$.

Pour la parcelle de superficie $S = 0{,}57$ ha :

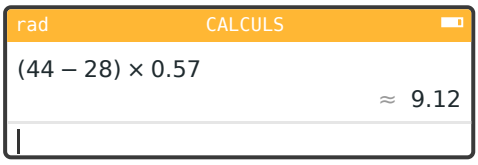
$$m_{\text{MO}} = (44 - 28) \times 0{,}57 = 9{,}1\ \text{t}$$

$m_{\text{MO}} = 9{,}1$ t de matière organique manquante

PIÈGE
Répondre 16 t : c'est la masse manquante par hectare, alors que la parcelle mesure $0{,}57$ ha.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme $0{,}57$ ha. Pour la suite, on garde la valeur non arrondie $9{,}12$ t dans la calculatrice.

À LA CALCULATRICE



1.2 En déduire le nombre de maxi-sacs d'engrais que le viticulteur devra commander.

Données utiles $m_{\text{MO}} = 9{,}12$ t (1.1) ; MO apportée : 350 kg par tonne d'engrais ; maxi-sac de 500 kg

Une tonne d'engrais apporte $350\ \text{kg} = 0{,}350$ t de matière organique.
Masse d'engrais nécessaire :

$$m_{\text{engrais}} = \frac{9{,}12}{0{,}350} = 26{,}1\ \text{t}$$

Un maxi-sac contient $500\ \text{kg} = 0{,}500$ t d'engrais :

$$N = \frac{26{,}1}{0{,}500} = 52{,}1$$

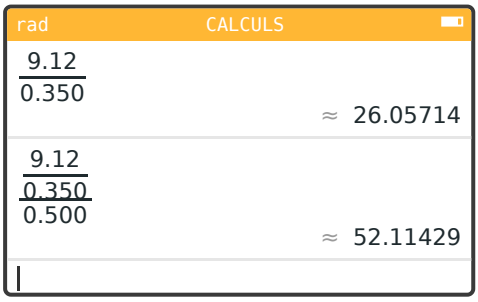
Il faut un nombre entier de sacs, suffisant pour apporter toute la matière organique : on arrondit à l'entier supérieur.

Le viticulteur devra commander 53 maxi-sacs.

COMPRENDRE
52 sacs apportent $52 \times 0{,}500 \times 0{,}350 = 9{,}10$ t, soit le besoin à $0{,}2\ \%$ près : la réponse 52, obtenue avec $9{,}1$ t arrondi, est défendable si elle est justifiée.

MÉTHODE
Un nombre d'objets à commander est entier : on calcule la valeur exacte, puis on arrondit par excès pour couvrir le besoin.

À LA CALCULATRICE



1.3 En plus de l'apport de matière organique (MO), citer deux autres avantages à utiliser cet engrais.

D'après le rapport d'expertise et la fiche de l'engrais :

- il apporte de l'azote ($3\ \%$ d'azote total), alors que le stock du sol ($32\ \text{kg/ha}$) est inférieur au besoin annuel de la vigne ($39\ \text{kg/ha}$) ;
- il augmente l'indice d'activité biologique ($+93\ \%$ par rapport à un sol non amendé), alors que celui du sol est faible ($1{,}1\ \%$).

Deux avantages : l'apport d'azote et l'augmentation de l'activité biologique du sol.

MÉTHODE
Chaque avantage cité doit répondre à un défaut relevé dans le rapport d'expertise : on met en regard une ligne du rapport et une ligne de la fiche de l'engrais.

2.1 Choisir, dans la liste proposée, la verrerie nécessaire pour réaliser avec précision la dilution de l'engrais d'un facteur 50.

Lors d'une dilution, la quantité de matière de soluté est conservée, donc le facteur de dilution vaut $F = \dfrac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{mère}}} = 50$.

Une dilution précise utilise de la verrerie jaugée : une pipette jaugée pour prélever la solution mère, une fiole jaugée pour préparer la solution fille.

Avec la pipette jaugée de 10 mL et la fiole jaugée de 500 mL : $F = \dfrac{500}{10} = 50$.

On ajoute un bécher de 50 mL, dans lequel on verse un peu d'engrais pour y plonger la pipette.

Pipette jaugée de 10 mL, fiole jaugée de 500 mL et bécher de 50 mL.

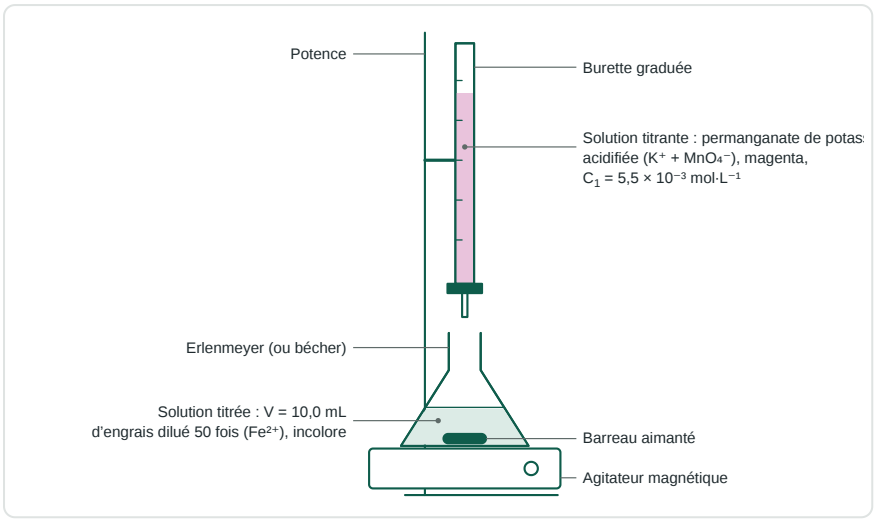
COMPRENDRE
Le couple pipette jaugée de 5 mL et fiole jaugée de 250 mL convient aussi ($250 \div 5 = 50$). Les éprouvettes graduées et les béchers ne sont pas assez précis pour mesurer un volume.

2.2 Réaliser le schéma légendé du titrage d'un volume $V = 10{,}0$ mL de la solution diluée d'engrais par la solution acidifiée de permanganate de potassium.

Schéma ci-dessous. La solution titrante (permanganate de potassium, de concentration connue C_1) est dans la burette graduée ; la solution titrée ($V = 10{,}0$ mL d'engrais dilué, prélevés à la pipette jaugée) est dans l'erlenmeyer, sous agitation magnétique.

Burette : solution de permanganate de potassium ; erlenmeyer : $10{,}0$ mL d'engrais dilué ; agitateur magnétique.

PIÈGE
Inverser les deux solutions, ou donner une légende incomplète : il faut nommer la verrerie et les deux solutions, en précisant laquelle est titrante et laquelle est titrée.



2.2 · Montage du titrage colorimétrique des ions fer(II) par les ions permanganate

2.3 Écrire la demi-équation du couple $Fe^{3+}(aq)/Fe^{2+}(aq)$ et en déduire l'équation de la réaction support du titrage.

Couple Fe^{3+}/Fe^{2+}, demi-équation à multiplier par 5 :

$$Fe^{2+}(aq) = Fe^{3+}(aq) + e^-$$

Couple MnO_4^-/Mn^{2+} :

$$MnO_4^-(aq) + 8\,H^+(aq) + 5\,e^- = Mn^{2+}(aq) + 4\,H_2O(l)$$

Les 5 électrons captés par MnO_4^- sont cédés par 5 ions Fe^{2+}. En additionnant (espèces en solution aqueuse, eau liquide) :

$$MnO_4^- + 5\,Fe^{2+} + 8\,H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 5\,Fe^{3+} + 4\,H_2O$$

COMPRENDRE
Les ions H^+ sont un réactif : c'est pour cela que la solution de permanganate est acidifiée.

MÉTHODE
Vérifier l'équation finale : aucun électron, mêmes éléments de chaque côté, même charge totale (ici $-1+10+8=+17$ à gauche, $2+15=+17$ à droite).

2.4 Définir l'équivalence, puis expliquer comment le technicien va repérer l'équivalence de ce titrage.

À l'équivalence, le réactif titré et le réactif titrant ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de la réaction support du titrage : ils sont tous deux entièrement consommés.

Repérage : avant l'équivalence, les ions MnO_4^- versés sont consommés par les ions Fe^{2+} en excès et la solution reste incolore. Dès que les ions Fe^{2+} sont épuisés, les ions MnO_4^- versés ne réagissent plus et colorent la solution.

L'équivalence est repérée par la persistance d'une coloration rose (magenta pâle) dans l'erlenmeyer, à la goutte près.

PIÈGE
Écrire « à l'équivalence, les quantités de matière sont égales ». Ici il faut cinq fois plus d'ions Fe^{2+} que d'ions MnO_4^-.

2.5 Montrer que la concentration molaire en fer de l'engrais dilué est donnée par la relation $C_2 = \dfrac{5\,C_1\,V_E}{V}$.

Données utiles $C_1 = 5{,}5 \times 10^{-3}\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$; $V_E = 7{,}5$ mL ; $V = 10{,}0$ mL

À l'équivalence, les réactifs sont dans les proportions stœchiométriques de l'équation (1 ion MnO_4^- pour 5 ions Fe^{2+}) :

$$\frac{n(Fe^{2+})_{\text{titré}}}{5} = \frac{n(MnO_4^-)_{\text{versé}}}{1}$$

Avec $n(Fe^{2+})_{\text{titré}} = C_2\,V$ et $n(MnO_4^-)_{\text{versé}} = C_1\,V_E$: $\dfrac{C_2\,V}{5} = C_1\,V_E$

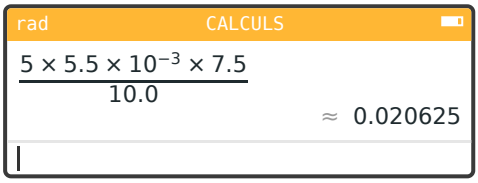
$$C_2 = \frac{5 \times 5{,}5 \times 10^{-3} \times 7{,}5}{10{,}0} = 2{,}1 \times 10^{-2}\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$C_2 = \dfrac{5\,C_1\,V_E}{V}$, soit $C_2 = 2{,}1 \times 10^{-2}\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

PIÈGE
Placer le 5 du mauvais côté. Il faut plus d'ions Fe^{2+} que d'ions MnO_4^- : c'est bien $n(Fe^{2+}) = 5\,n(MnO_4^-)$.

COMPRENDRE
V_E et V peuvent rester en mL : leur rapport est sans unité, et C_2 a l'unité de C_1.

À LA CALCULATRICE



2.6 Le pourcentage en masse de fer de l'engrais liquide est-il en accord avec l'indication de l'étiquette ?

Données utiles $C_2 = 2{,}06 \times 10^{-2}\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ (2.5, valeur non arrondie) ; dilution d'un facteur 50 ; $M(Fe) = 55{,}8\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; masse volumique $\rho = 1{,}15\ \text{kg/L}$; étiquette : 5 % en masse de fer

L'engrais a été dilué 50 fois, donc sa concentration en fer est :

$$C = 50 \times C_2 = 50 \times 2{,}06 \times 10^{-2} = 1{,}03\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

Masse de fer dans 1 L d'engrais : $m_{Fe} = C \times M(Fe) = 1{,}03 \times 55{,}8 = 57{,}5$ g

Masse de 1 L d'engrais : $m = 1{,}15\ \text{kg} = 1{,}15 \times 10^3$ g

$$w = \frac{m_{Fe}}{m} = \frac{57{,}5}{1{,}15 \times 10^3} = 0{,}050$$

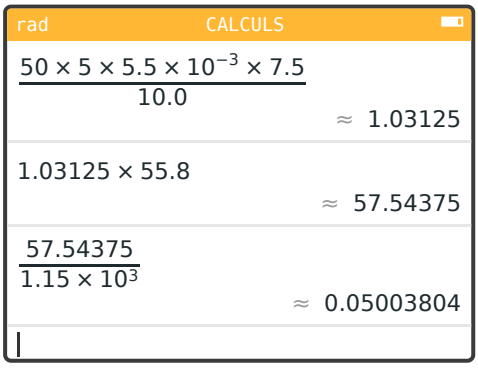
$w = 5{,}0$ % de fer en masse : le résultat est en accord avec l'étiquette (5 %).

PIÈGE
Oublier le facteur 50 : C_2 est la concentration de la solution diluée, pas celle de l'engrais. On trouverait 0,1 %.

COMPRENDRE
Les valeurs intermédiaires sont gardées non arrondies. Avec C_2 arrondi à $2{,}1 \times 10^{-2}\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, on obtient 5,1 % : la conclusion est la même.

MÉTHODE
Pourcentage massique : raisonner sur 1 L de solution. La concentration donne la masse de soluté, la masse volumique donne la masse de solution, à exprimer dans la même unité.

À LA CALCULATRICE



2.7.1 Quel est l'intérêt d'utiliser le produit ANTYS Fe plutôt que l'engrais liquide du viticulteur ?

L'engrais liquide contient bien le fer annoncé (2.6), pourtant la carence persiste : la vigne absorbe mal le fer apporté sous forme de sulfate de fer II.

Dans le produit ANTYS Fe, le fer est chélaté : d'après la notice, cette forme augmente l'absorption du fer et son métabolisme cellulaire.

Intérêt : le fer chélaté est mieux absorbé et mieux utilisé par la vigne.

COMPRENDRE
Ce produit n'apporte pas plus de fer : $35\ \text{g/L}$ contre environ $58\ \text{g/L}$ pour l'engrais liquide (2.6). L'intérêt est la forme du fer, pas sa quantité.

2.7.2 Déterminer la masse de fer répandue sur la parcelle de vigne étudiée lors d'une application de ce produit respectant les conseils d'utilisation.

Données utiles dose pour la vigne : $3\ \text{L/ha}$; superficie $S = 0{,}57$ ha ; teneur : $35\ \text{g/L}$ de fer chélaté

Volume de produit à pulvériser sur la parcelle : $V_p = 3 \times 0{,}57 = 1{,}7\ \text{L}$

Masse de fer correspondante :

$$m = 35 \times 3 \times 0{,}57 = 60\ \text{g}$$

$m \approx 60\ \text{g}$ de fer répandus sur la parcelle

PIÈGE
Utiliser la dose $1\text{-}2\ \text{L/ha}$: elle concerne les gazons et les fleurs. Pour la vigne, la notice indique $3\ \text{L/ha}$.

À LA CALCULATRICE

