

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL BLANC

PHYSIQUE-CHIMIE

Epreuve de spécialité

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30

L'usage d'une calculatrice EST autorisé

L'exercice 1 doit être traité obligatoirement.

Exercice 1: EN IMPESANTEUR (10 POINTS)

Vous ne traiterez que deux exercices que vous choisirez parmi les trois exercices suivants:

Exercice 2: AVEC MODÉRATION! (5 POINTS)

Exercice 3: DEBOUCHEUR CHIMIQUE (5 POINTS)

Exercice 4: CONVERSION AGRICOLE (5 POINTS)

Les exercices doivent être traités sur des feuilles séparées.

Les annexes à rendre avec la copie se situent en dernières pages.

EXERCICE 1: EN IMPESANTEUR (10 POINTS)

Au terme *apesanteur*, utilisé dans le langage courant, on préfère aujourd'hui celui d'*impesanteur*, en raison de la confusion orale entre «*la pesanteur*» et «*l'apesanteur*».

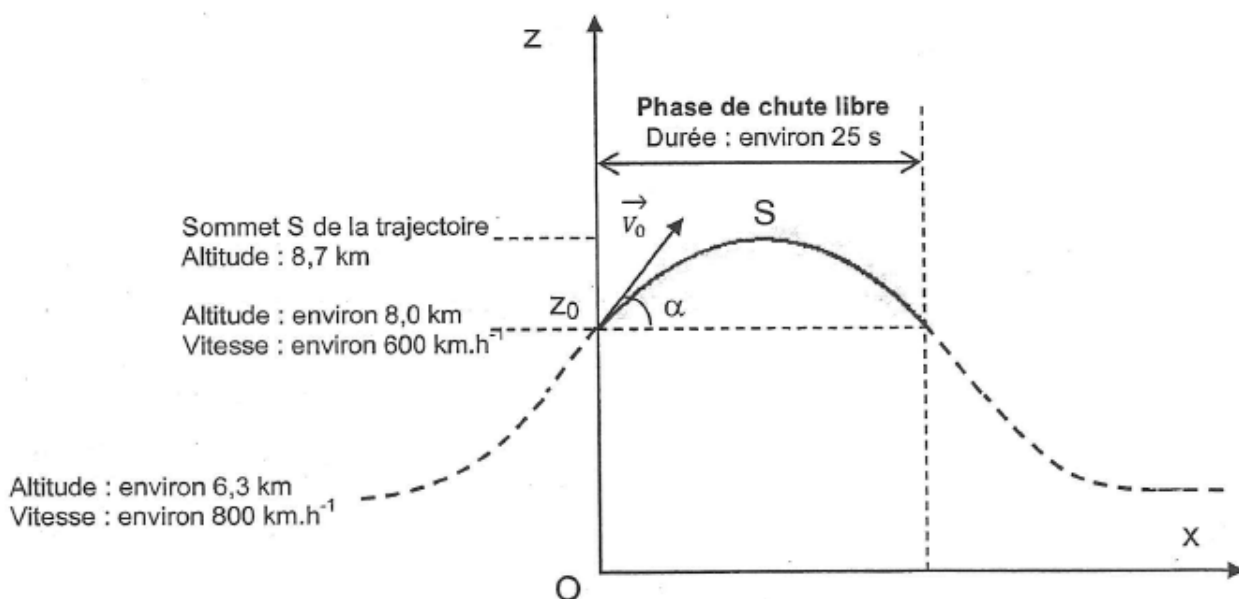
L'étude de l'influence de la pesanteur sur certains phénomènes physiques, chimiques ou biologiques nécessite de disposer de laboratoires en impesanteur. Cette situation d'impesanteur est obtenue à bord d'un « véhicule » tombant en chute libre : l'Airbus « A300 zéro G » en vol parabolique ou la station spatiale internationale (ISS) en orbite autour de la Terre.

1^{ère} partie : Le vol parabolique de l'airbus "A300 zéro G"

Extrait d'un document scientifique du site *Educnet*.

"L'Airbus « Zéro G » qui est en vol horizontal à 6300 mètres d'altitude monte en se cabrant à 47° . Il est alors en hyper pesanteur [...]. Le pilote diminue ensuite la poussée des réacteurs de façon à juste compenser le frottement de l'air et l'avion entre en phase de chute libre dès 8000 mètres. Son contenu est en impesanteur. Son élan lui permet d'atteindre 8700 mètres puis il retombe (phase descendante de la parabole). Après avoir remis les gaz à 8000 mètres et retrouvé une phase d'hyper pesanteur l'avion reprend son vol horizontal à 6300 mètres. L'opération dure environ une minute pour obtenir 25 secondes d'impesanteur ou micropesanteur [...]. "

<http://www.educnet.education.fr/orbito/pedago/zerog/zerog2.htm>



Le mouvement de l'avion de masse m est étudié pendant sa phase de chute libre dans le plan vertical xOz défini sur la figure précédente. Lors de cette phase, tout se passe comme si, en première approximation, l'avion n'était soumis qu'à la seule force de pesanteur.

A $t = 0$, l'altitude initiale est z_0 , la vitesse du centre de masse de l'avion est $v_0 = 6,0 \times 10^2 \text{ km.h}^{-1}$ (soit $\frac{6,0 \times 10^2 \times 1000}{3600} = 167 \text{ m.s}^{-1}$)

L'inclinaison du vecteur-vitesse initiale \vec{v}_0 par rapport à l'horizontale est $\alpha = 47^\circ$.

Le champ de pesanteur est supposé uniforme et de valeur $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

1.1. En appliquant la 2^{ème} loi de Newton à l'avion, déterminer l'expression du vecteur-accélération \vec{a} de son centre de masse. En déduire les coordonnées a_x et a_z de ce vecteur-accélération.

1.2.1. Établir l'expression littérale des coordonnées $v_x(t)$ et $v_z(t)$ du vecteur-vitesse \vec{v} du centre de masse de l'avion à la date t .

1.2.2. Montrer que l'on peut considérer que les expressions numériques des coordonnées de ce vecteur-vitesse en unités SI (système international) vérifient :

$$v_x(t) = 1,1 \times 10^2 \quad \text{et} \quad v_z(t) = -9,8t + 1,2 \times 10^2$$

1.3. Au sommet S de la trajectoire la coordonnée verticale v_z du vecteur-vitesse du centre de masse de l'avion est nulle.

1.3.1. Expliquer pourquoi $v_z = 0$ en S.

1.3.2. En déduire à partir de l'expression de $v_z(t)$ établie à la question 1.2.2, que la durée de la phase ascendante de chute libre de l'avion est d'environ 12 s.

1.4.1. En utilisant les résultats de la question 1.2.2, établir les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$ du mouvement de l'avion.

1.4.2. En déduire la valeur de l'altitude maximale atteinte par l'avion. Cette valeur est-elle compatible avec celle fournie dans l'extrait du document scientifique ?

1.4.3. Le tableau de **l'ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE** rassemble les représentations graphiques de l'évolution dans le temps des grandeurs x , z , v_x et v_z , coordonnées des vecteurs position et vitesse du centre de masse de l'avion.

Dans le tableau de **l'ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE**, écrire pour chaque courbe l'expression de la grandeur qui lui correspond et justifier.

1.4.4. Quelle courbe peut-on exploiter pour répondre le plus précisément possible à la question 1.3.2 sans calcul? Expliquez votre choix.

2^{ème} partie : Caractéristiques du mouvement de la station ISS

La station spatiale internationale (ISS) est un gigantesque laboratoire spatial d'environ 400 tonnes, en orbite autour de la Terre à une altitude d'environ 350 km. L'équipage est généralement constitué de six astronautes restant en mission pendant plusieurs mois pour assurer des travaux de maintenance et des tâches scientifiques.

Le mouvement du centre d'inertie de la station ISS est étudié dans le référentiel géocentrique supposé galiléen. On note m la masse de l'ISS et z son altitude par rapport

au sol terrestre. On considère que le satellite est en mouvement circulaire uniforme sous l'action de la seule force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre. L'objectif de cette partie est de vérifier quelques caractéristiques du mouvement de ce satellite.

Données :

Constante de gravitation universelle	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1}$.
Masse de la Terre	$M_T = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$
Rayon terrestre	$R_T = 6,4 \times 10^3 \text{ km}$
Altitude de l'ISS	$z = 3,5 \times 10^2 \text{ km}$

- 2.1.** Représenter qualitativement, sur la figure en **ANNEXE 2 A RENDRE AVEC LA COPIE**, la force d'attraction gravitationnelle s'exerçant sur la station spatiale. Donner l'expression littérale de la norme F de cette force d'attraction gravitationnelle.
- 2.2.** En appliquant la 2^{ème} loi de Newton à la station spatiale, établir l'expression de la norme a du vecteur-accélération \vec{a} de son centre d'inertie. Représenter qualitativement ce vecteur-accélération \vec{a} sur la figure en **ANNEXE 2 A RENDRE AVEC LA COPIE**.
- 2.3.** On rappelle que pour un satellite en mouvement circulaire uniforme autour d'un astre, sur une orbite de rayon r , la norme a de l'accélération du centre d'inertie du satellite est liée à la vitesse orbitale v de ce dernier par la relation :

$$a = \frac{v^2}{r}$$

- 2.3.1.** Établir l'expression littérale de la norme de v de la vitesse du satellite en fonction des constantes G , M_T , R_T et de l'altitude z .
- 2.3.2** Calculer la valeur numérique de la vitesse orbitale du satellite.
- 2.3.3** Exprimer la période T de révolution du satellite en fonction de v , R_T et z .
- 2.3.4.** Déterminer la valeur numérique de cette période de révolution. En déduire le nombre de révolutions effectuées chaque jour par la station spatiale.

3^{ème} partie : Comparaison

Quel est l'atout principal des expériences en impesanteur réalisées à bord de la station ISS par rapport à celles effectuées lors des vols paraboliques de l'airbus A300 Zéro-G ? Rédigez votre réponses en quelques lignes en vous appuyant sur les des données de l'exercice.

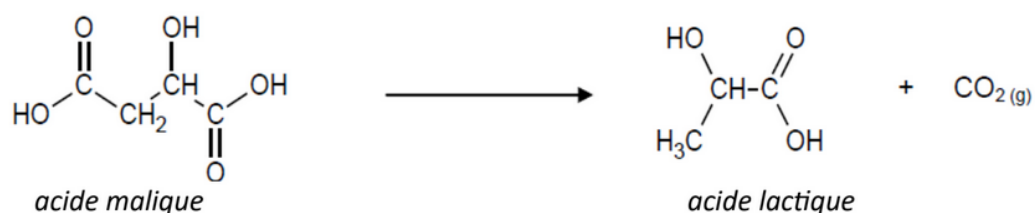
EXERCICE 2: AVEC MODÉRATION! (5 POINTS)

Mots clés: cinétique d'une réaction, loi de vitesse, avancement, molécules organiques.

« Le vin est une boisson provenant exclusivement de la fermentation du raisin frais ou du jus de raisin frais ». Telle est la définition légale du vin mais derrière le terme « fermentation » se cachent des transformations que les chimistes ont mis des années à découvrir.

Après récolte et pressage des raisins, deux fermentations ont lieu, d'abord la fermentation alcoolique, puis la fermentation malolactique. On a seulement commencé à s'intéresser à la fermentation malolactique dans les années 1960. Jusqu'alors, on ne lui attachait pas trop d'importance car on pensait qu'il s'agissait d'un achèvement de la fermentation alcoolique.

La fermentation malolactique, généralement assurée par une espèce de bactérie lactique, *Oenococcus oeni*, désigne la désacidification biologique du vin. Lors de cette transformation, l'acide malique présent dans le vin se transforme en acide lactique, acide plus faible, avec production de dioxyde de carbone à l'état gazeux ; transformation modélisée par la réaction d'équation suivante :



La désacidification du vin qui résulte de la fermentation malolactique (qu'on notera en abrégé FML) est un phénomène généralement recherché, auquel on doit l'assouplissement des vins jeunes. On cherche à obtenir un pH supérieur à 3,40 pour un vin blanc et à 3,60 pour un rouge ; en deçà, le vin paraîtra acide. Pour qu'un vin puisse être mis en bouteille, il convient de vérifier que la fermentation malolactique est terminée.

Données :

- Masse molaire de l'acide malique : $M = 134,0 \text{ g.mol}^{-1}$;
- On considère la FML achevée lorsque la teneur en acide malique résiduel est inférieure à $0,20 \text{ g.L}^{-1}$

1. Molécules en jeu

- 1.1. Quel est le rôle des bactéries dans cette transformation ?
- 1.2. Compléter sur la feuille annexe à rendre avec votre copie la représentation de la molécule d'acide malique en entourant les groupes caractéristiques alcool en bleu et acide carboxylique en noir.

2. Suivi de la fermentation par dosage

Le 1er décembre, un viticulteur ensemence ses vins avec les bactéries. Un organisme de contrôle suit régulièrement l'évolution de la présence d'acide malique dans les vins.

Pour un volume $V = 50,0 \text{ mL}$ de son vin, les résultats des dosages réalisés sont les suivants (la concentration en masse qui peut aussi se noter C_m est ici notée γ) :

Concentration γ en masse de l'acide malique (en g.L^{-1})	3,65	2,34	1,43	0,86	0,51	0,28	0,16	0,08	0,03	0,00
Date t (en jours)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36

2.1. Exprimer la concentration molaire (en mol.L⁻¹) notée C de l'acide malique en fonction de sa concentration en masse γ (ou C_m). Calculer sa valeur initiale C₀ en mol.L⁻¹.

2.2. A l'aide d'un tableau d'avancement, exprimer littéralement l'avancement de la réaction x(t) en fonction de γ , C₀, V et M (M est la masse molaire en g.mol⁻¹ de l'acide malique).

2.3. Vérifier que, numériquement, on a pour x(t) en mmol et γ en g.L⁻¹ : $x(t) = 1,34 - 0,373 \times \gamma$

2.4. Tracer sur la **feuille annexe à rendre avec la copie** la courbe représentant les variations de x(t) en mmol en fonction de t en jours.

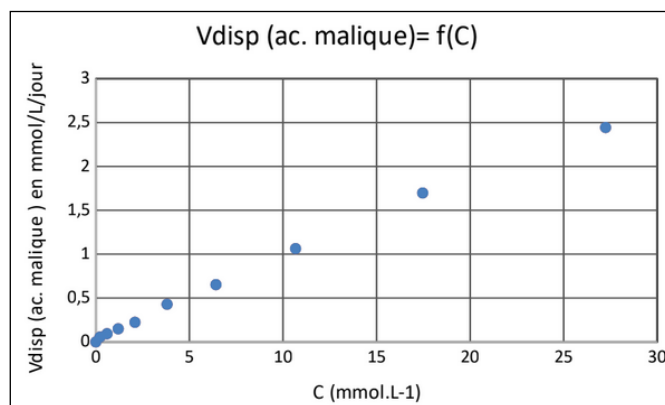
2.5. La manipulation a été faite sur le vin ensemencé le 1er décembre. En utilisant le graphique réalisé, déterminer la concentration massique en acide malique dans ce vin le 26 décembre. La réaction est-elle terminée ?

2.6. Déterminer le temps de demi-réaction t_{1/2}. Comment évoluerait le temps de demi réaction en l'absence de bactéries ?

2.7. Exprimer la vitesse volumique de disparition de l'acide malique notée V_{disp}(acide malique).

2.8. Pour ce même vin, on a représenté l'évolution de la vitesse volumique de disparition de l'acide malique (en mmol/L/jour) en fonction de la concentration en acide malique C.

La réaction de FML étudiée suit-elle une loi d'ordre 1 par rapport à l'acide malique? Pourquoi ?



2.9. Le 26 décembre, on mesure la concentration en ions oxonium H₃O⁺ du vin. Elle est égale à 2,0.10⁻⁴ mol.L⁻¹. La désacidification du vin à l'issue de la FML est-elle suffisante ?

EXERCICE 3: DEBOUCHEUR CHIMIQUE (5 POINTS)

Mots clés: Dosage par titrage, titre massique d' une solution.

Les déboucheurs basiques de canalisation contiennent principalement une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$), dans laquelle on dissout un colorant et un gaz. Ce gaz est l'ammoniac NH_3 dont le titre massique dans la solution est compris entre 0,1 % et 0,5 % pour une bouteille neuve de ce produit ménager.

L'ammoniac est assez volatil et s'échappe, sous forme de gaz, de la solution dès que la bouteille est ouverte ; l'odeur désagréable qui en résulte permet d'alerter les usagers lors de l'utilisation de ce produit ménager. Ainsi la concentration en ammoniac dans la solution évolue lorsque la bouteille est ouverte.

L'objectif de cet exercice est de déterminer le titre massique d'ammoniac du liquide d'entretien de canalisation contenu dans une bouteille qui a déjà été ouverte.

Données :

- Dans les conditions usuelles de température et de pression, l'ammoniac est un gaz ;
- La solubilité de l'ammoniac dans l'eau diminue lorsque la température augmente ;
- L'ammoniac en solution dans l'eau est une base (couple $\text{NH}_4^+(\text{aq}) / \text{NH}_3(\text{aq})$) ;
- Le titre massique d'une espèce chimique dans un échantillon est égal à **la masse de cette espèce dans une masse de 100 g d'échantillon**. On l'exprime avec un pourcentage.
- Une solution aqueuse neutre ou acide contenant du bleu de thymol est de couleur jaune ; une solution aqueuse basique contenant du bleu de thymol est de couleur bleue ;
- L'expression littérale de la conductivité σ d'une solution en fonction des concentrations molaires $[X_i]$ des ions présents et des conductivités molaires ioniques λ_i de chaque ion X_i est : $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$

- Conductivités molaires ioniques λ_i de quelques ions à 25°C :

Ion	H_3O^+	Cl^-	NH_4^+
λ_i (en $\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$)	35,5	7,6	7,3

- Masses molaires atomiques : $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{N}) = 14,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;

1. Détermination de la masse volumique du liquide d'entretien

On réalise l'expérience suivante :

- Placer une fiole jaugée de volume 200,0 mL vide sur une balance et réaliser la tare ;
- Remplir cette fiole de liquide d'entretien jusqu'au trait de jauge ;
- Peser la fiole remplie.

On relève une masse de **220,4 g**.

En déduire la masse volumique en g/mL de l'échantillon de liquide d'entretien de canalisation prélevé.

2. Extraction de l'ammoniac du liquide d'entretien de canalisation

Pour extraire l'ammoniac contenu dans le liquide d'entretien de canalisation, le protocole suivant est mis en œuvre :

- Prélever 10,0 mL du liquide d'entretien de canalisation à l'aide d'une pipette jaugée ;
- Introduire le volume prélevé dans un ballon ;
- Réaliser sous la hotte le montage schématisé ci-après (figure 1) ;
- Recueillir le gaz extrait, qui contient de l'ammoniac, dans un erlenmeyer contenant 100 mL d'eau distillée ; la solution obtenue, contenant l'ammoniac extrait, est notée S ;
- Au bout d'une heure, remplacer l'erlenmeyer par un tube à essais rempli d'eau distillée contenant du bleu de thymol et s'assurer que la solution dans le tube à essais reste de couleur jaune.

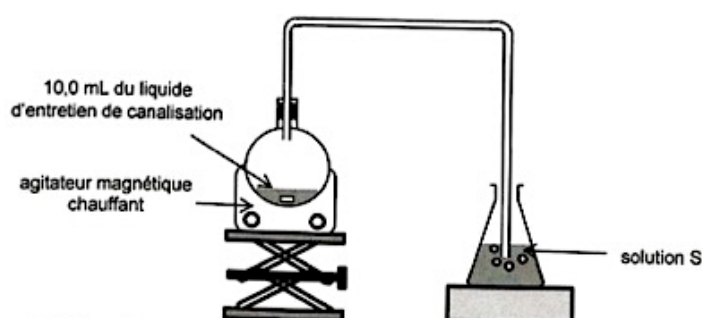


Figure 1 : Schéma du montage expérimental d'extraction de l'ammoniac contenu dans le liquide d'entretien de canalisation

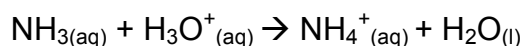
2.1. Indiquer le rôle du chauffage dans ce protocole d'extraction de l'ammoniac.

2.2. Expliquer pourquoi le test au bleu de thymol permet de faire l'hypothèse que tout l'ammoniac contenu dans les 10,0 mL de liquide d'entretien de canalisation a bien été recueilli dans l'erlenmeyer.

3. Titrage de l'ammoniac

On réalise le titrage suivi par conductimétrie de la totalité de la solution S (100 mL) recueillie dans l'erlenmeyer par une solution aqueuse d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) de concentration molaire $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

L'équation de la réaction support du titrage est la suivante :



On donne en page suivante l'évolution de la conductivité σ , à 25°C, de la solution contenue dans le bécher en fonction du volume de solution titrante versée.

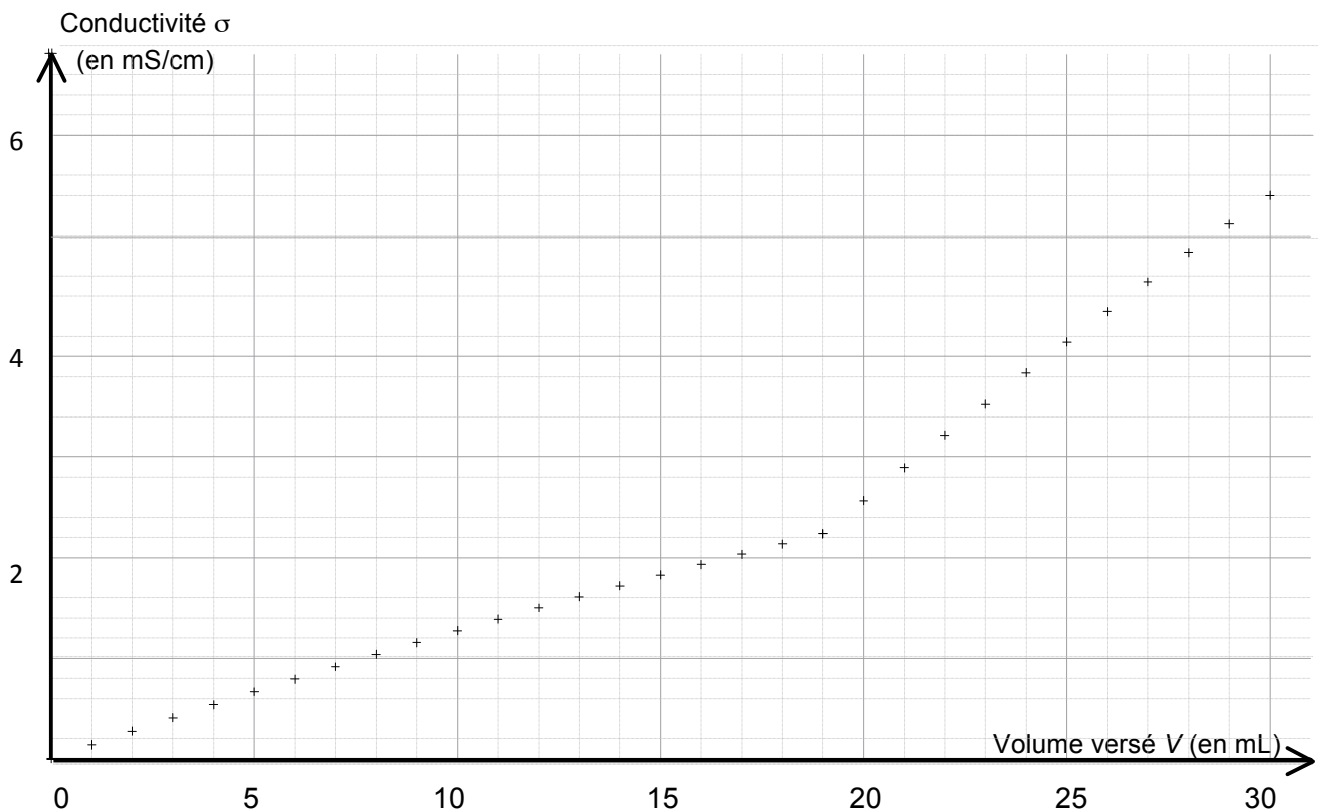


Figure 2 : Évolution de la conductivité σ en fonction du volume V de la solution titrante versée

- 3.1.** Réaliser un schéma légendé du dispositif expérimental utilisé pour réaliser ce titrage conductimétrique.
- 3.2.** Justifier que la réaction support du titrage est une réaction acido-basique.
- 3.3.** Au cours du titrage, la conductivité de la solution évolue. Justifier l'allure de son évolution avant et après l'équivalence sans faire de calcul mais en donnant une argumentation précise.
- 3.4.** Déterminer le titre massique de l'ammoniac contenu dans la bouteille de liquide d'entretien de canalisation. Commenter.

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.

EXERCICE 4: CONVERSION AGRICOLE (5 POINTS)

Mots clés: acidité, pH, dosage par étalonnage, titre massique

Un exploitant agricole désire convertir un ancien vignoble en un terrain propice à la culture des truffes.

Le but de cet exercice est d'étudier trois analyses portant sur un échantillon du sol de cet ancien vignoble afin de déterminer si cette conversion est possible.

Caractéristiques d'un sol truffier :

- Les truffières sont souvent implantées sur d'anciennes vignes qui ont reçu d'importantes quantités de cuivre sous forme de bouillie bordelaise (sulfate de cuivre et de chaux) pendant des décennies et plus récemment des fongicides organo-cupriques. Ces traitements répétés ont pour conséquence un enrichissement en cuivre dans les couches supérieures.

Dans les sols, la teneur totale en cuivre est de l'ordre de 20 mg/kg de terre et peut varier entre 3 et 100 mg sans incidence sur la végétation. On considère qu'un sol n'est pas propice aux truffes au-delà de 100 mg d'ions cuivre par kg de sol.

D'après « la truffe, la terre, la vie » de Gabriel Callot, Collection du Labo de terrain, éditions INRA

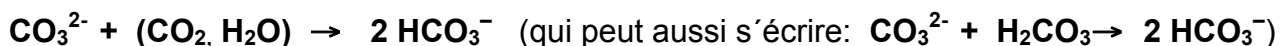
- Un sol truffier est calcaire c'est-à-dire riche en carbonate de calcium $\text{CaCO}_{3(s)}$ (mélange d'ion calcium Ca^{2+} et d'ions carbonate CO_3^{2-}). Le titre massique en carbonate de calcium $\text{CaCO}_{3(s)}$ d'un sol truffier doit être compris entre 20% et 60%
- Le pH d'un sol truffier doit être compris entre 7,5 et 8,5.

Données à 25°C :

- Couples acido-basiques : $(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} \text{ ou } \text{H}_2\text{CO}_3 / \text{HCO}_3^-)$, $(\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O})$ et $(\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-})$
- Masses molaires : $M(\text{CaCO}_3) = 100,1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Cu}^{2+}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$;

1. Le pH du sol

Le pH des sols calcaires dépend de la réaction entre l'eau, le dioxyde de carbone et les ions carbonates du carbonate de calcium. Lorsque le dioxyde de carbone contenu dans l'atmosphère se dissout dans l'eau de pluie, on observe au niveau du sol la réaction acido-basique suivante :



On introduit un échantillon de sol à analyser dans de l'eau distillée. Après agitation on laisse reposer puis on filtre.

La concentration molaire en ions oxonium de la solution obtenue est :

$$[\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}] = 1,25 \cdot 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$$

1.1 Vérifier que les conditions de pH sont favorables à la culture de la truffe.

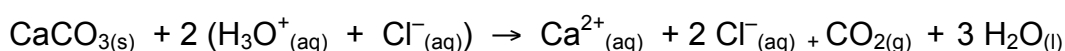
1.2. Écrire l'équation de la réaction acido-basique mise en jeu entre le dioxyde de carbone dissous CO_2 , H_2O et l'eau.

1.3. Expliquer comment évoluerait le pH du sol si la quantité de dioxyde de carbone dissous dans l'eau de pluie venait à augmenter ?

2. La teneur en calcaire du sol

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 ».

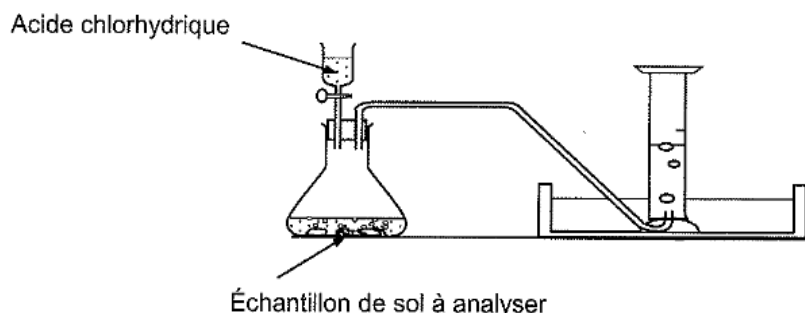
Le test peut être modélisé par la réaction d'équation suivante :



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.

Le volume de gaz recueilli est $V = 72 \text{ mL}$ pour un échantillon de masse $m = 1,2 \text{ g}$ du sol à analyser.

Dans les conditions de l'expérience, le volume d'une mole de gaz est égal à $24,1 \text{ L}$.



2.1. Expliquer pourquoi l'acide chlorhydrique doit être introduit en excès.

2.2. En prenant l'exemple du carbonate de calcium dans le sol, expliquez ce que précise un titre massique.

2.3. La quantité de calcaire dans le sol étudié convient-elle à la culture de la truffe ?

3. La teneur en cuivre du sol

Dans une fiole jaugée de $1,00 \text{ L}$, on prépare une solution aqueuse avec une masse $m = 500,0 \text{ g}$ de sol à analyser. Après agitation, traitement et filtration on obtient une solution « de sol » comprenant les ions cuivre $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$. Les ions cuivre $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ présents en solution sont dosés par spectrophotométrie.

Une série de solutions aqueuses de sulfate cuivre ($\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$, $\text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$) de volume $V = 50,0 \text{ mL}$ est préparée à partir d'une solution mère S_0 de concentration molaire apportée en soluté $C_0 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

On mesure l'absorbance A de ces solutions à l'aide d'un spectrophotomètre pour une longueur d'onde du maximum d'absorption dans l'eau de l'ion $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$: $\lambda_{\text{max}} = 800 \text{ nm}$.

On mesure ensuite l'absorbance A_S de la solution de sol : $A_S = 0,035$.

Les résultats sont les suivants :

Solution	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₀
Concentration de la solution de sulfate de cuivre (mol.L ⁻¹)	$1,0 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$	$8,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-2}$
Absorbance A	0,010	0,019	0,045	0,082	0,103

3.1. Proposer une liste de matériel et un protocole nécessaire pour préparer la solution S₃ à partir de la solution S₀. Justifier.

3.2. Déterminer la concentration molaire en ions cuivre [$\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$] de la solution de sol préparée. Utilisez pour cela le papier millimétré fourni **en annexe à rendre avec la copie.**

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

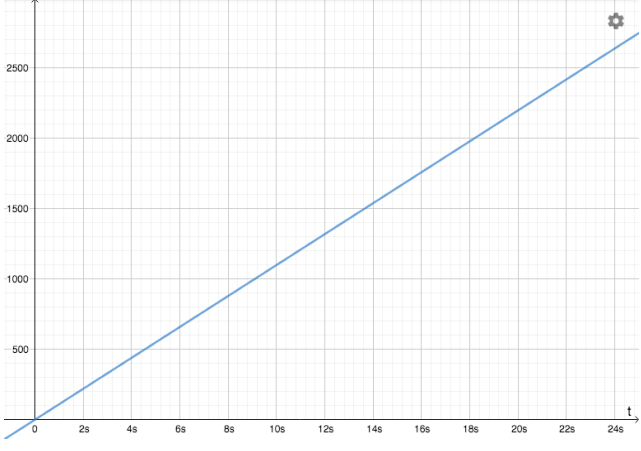
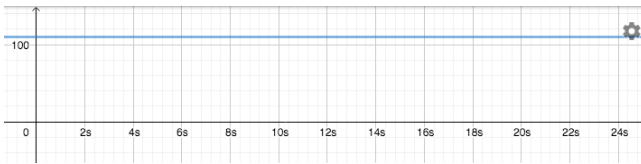
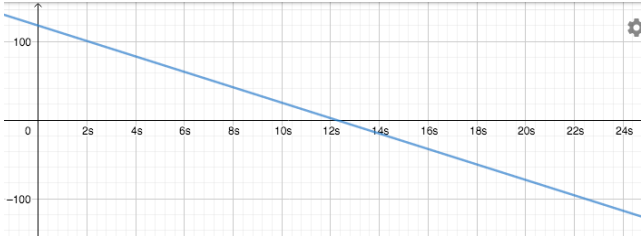
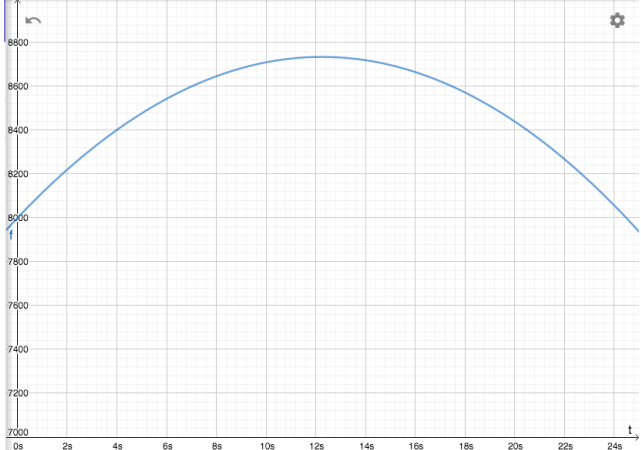
3.3. En déduire la concentration en masse C_{mS} (ou teneur) en ions cuivre $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ dans le sol.

La quantité en ions cuivre dans le sol étudié convient-elle à la culture de la truffe ?

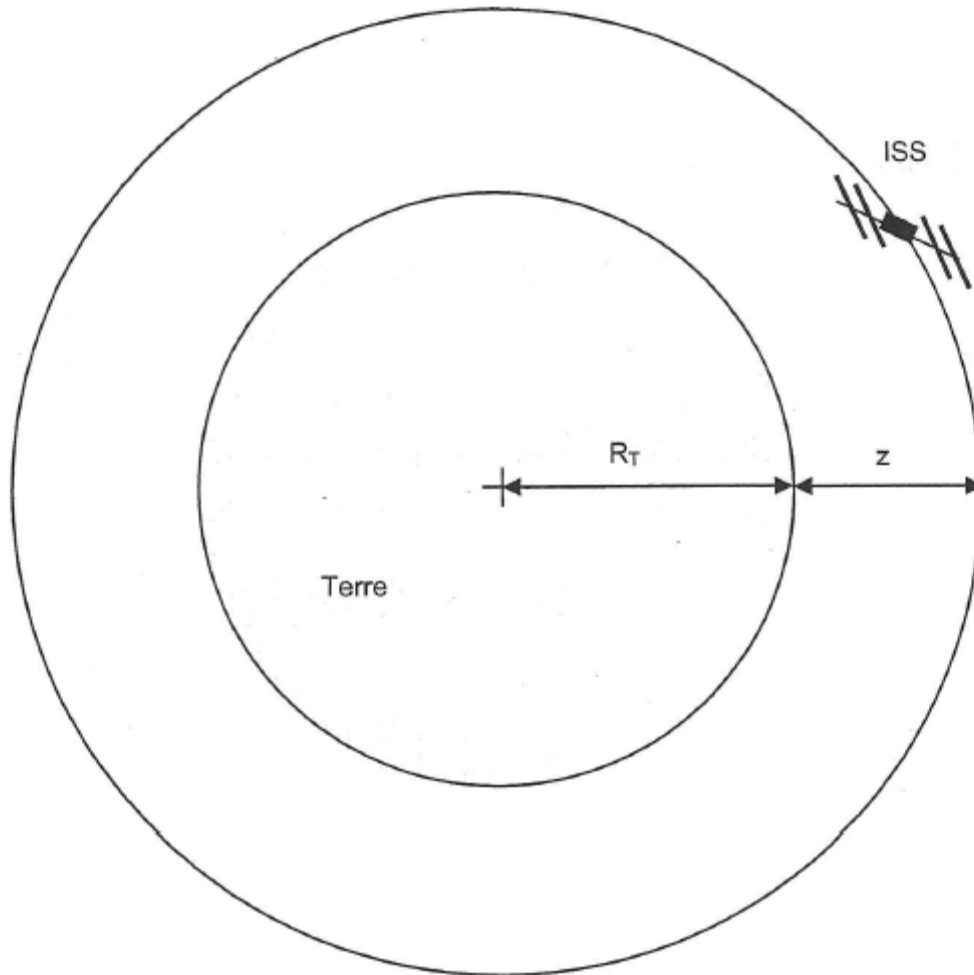
ANNEXE 1 DE L'EXERCICE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE

Tableau rassemblant les représentations graphiques de l'évolution dans le temps des grandeurs x , z , v_x et v_z .

NOM: PRENOM:

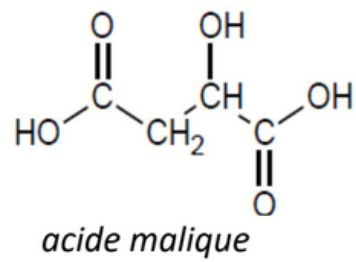
	<p>Équation :</p> <p>Justification :</p>
	<p>Équation :</p> <p>Justification :</p>
	<p>Équation :</p> <p>Justification :</p>
	<p>Équation :</p> <p>Justification :</p>

ANNEXE 2 DE L'EXERCICE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE

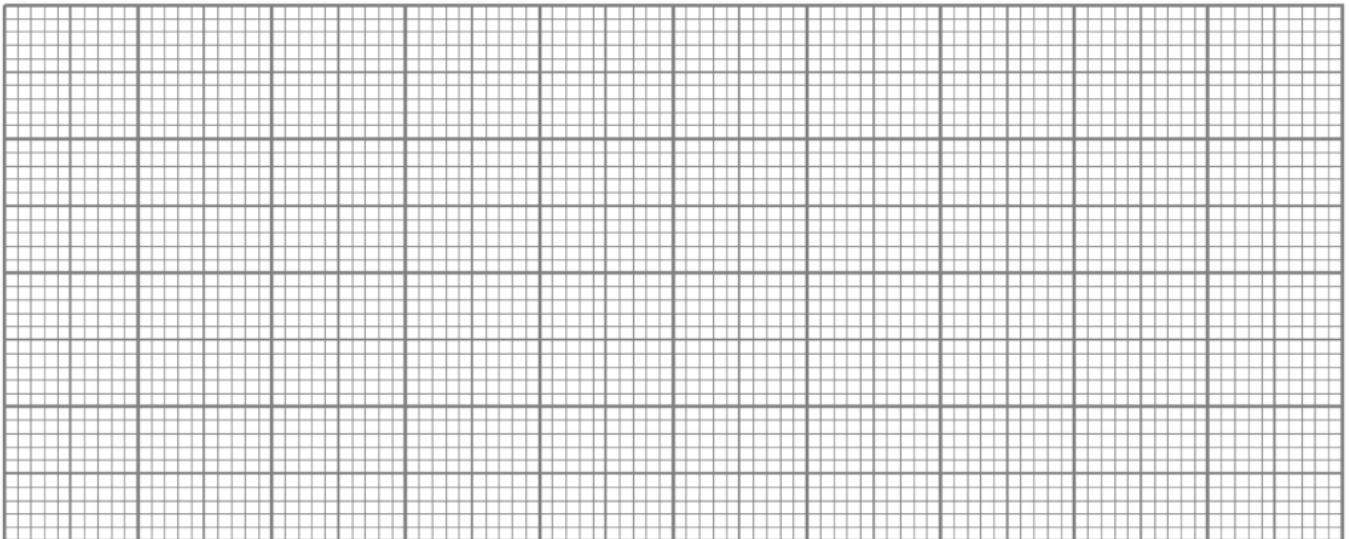


ANNEXE DE L'EXERCICE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE

Question 1.2:



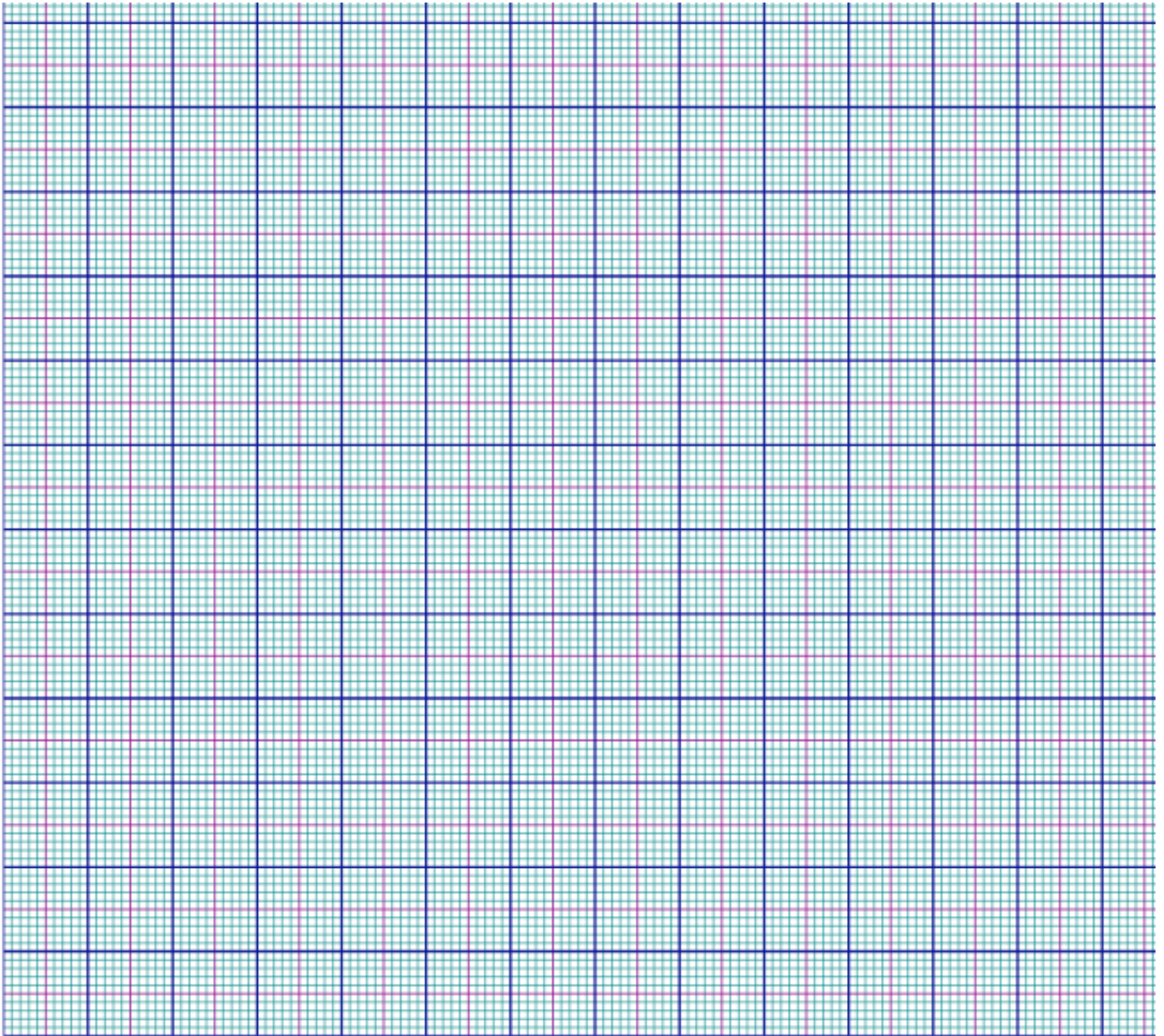
Question 2.4:



NOM:

Prénom:

ANNEXE DE L'EXERCICE 4 À RENDRE AVEC LA COPIE



NOM:

Prénom: