



ACLg

Avec le soutien de



Wallonie



TRASIS



DUNOD

et des Universités  
Francophones et leurs  
Associations de  
promotions des  
sciences

# OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2026

Mercredi 25 mars 2026

5

## 2<sup>ème</sup> épreuve - NIVEAU 1 (élèves de cinquième année)

G. DINTILHAC, S. LENOIR, V. LONNAY, L. MERCINY,  
R. CAHAY, J. FURNEMONT, D. GRANATOROWICZ et A. MARÉE

Chères élèves, Chers élèves,

Félicitations pour votre qualification à cette seconde épreuve de l'Olympiade de Chimie !

Avant de commencer l'épreuve, lisez attentivement les informations suivantes.

L'épreuve est composée de **5 problèmes**, pour un **total de 100 points**, et d'un **problème subsidiaire**. Le résultat de ce problème intermédiaire ne sera pris en compte que pour départager les éventuels étudiants **ex-aequo sur le podium**.

Vous avez **2 heures** pour résoudre ces problèmes.

### REMARQUES IMPORTANTES :

- Commencez par **inscrire sur chacune de vos feuilles le numéro d'identification** qui vous a été attribué.
- Vous disposez, au début du questionnaire, d'une page reprenant un tableau périodique simplifié. À la fin du questionnaire, vous avez une feuille de brouillon pour préparer vos réponses.
- L'utilisation d'une **calculatrice non programmable** est autorisée, vous n'avez pas le droit à votre téléphone / smartphone ou à des documents personnels.
- Répondez à chacune des questions **dans le cadre prévu à cet effet**. À la fin de celui-ci se trouve un champ pour encoder votre réponse finale. Seules les réponses **accompagnées d'un raisonnement** seront prises en compte. Les calculs effectués sur le verso des feuilles ou sur la feuille de brouillon ne seront pas pris en compte.
- Indiquez votre raisonnement ainsi que vos calculs **d'une manière claire, dépouillée et schématique**. Indiquez clairement les **unités** utilisées. Vous pouvez présenter vos résultats intermédiaires sous forme arrondie mais veillez à conserver les nombres intermédiaires dans la mémoire de la machine et à les utiliser dans leur intégralité.

Veillez prendre connaissance des règles de correction suivantes :

- Réponse valable mais erreur d'arrondi dans les calculs intermédiaires : -2 points
- Erreur d'arrondi pour la réponse finale : -2 points
- Erreur de chiffres significatifs pour la réponse finale : -2 points

A l'issue de cette 2<sup>ème</sup> épreuve, les meilleurs d'entre vous seront proclamés **lauréats nationaux** de l'Olympiade de Chimie !

Le lauréat de 5<sup>ème</sup> année classé **1<sup>er</sup>** participera à l'**EOES** du 2 au 9 mai 2026 à Lund en Suède. Il pourra, s'il le souhaite, participer à un stage de formation qui se déroulera du 19 au 24 avril 2026, à l'Université de Liège. Plus d'infos sur [www.aclg.be](http://www.aclg.be).

En vous souhaitant bon travail, nous vous prions de croire en nos meilleurs sentiments.

Les organisateurs de l'Olympiade francophone de Chimie

**Détachez cette feuille et conservez-la pour info**

# Informations pratiques

(Détachez cette feuille si nécessaire)

1 18

Ia VIII a




Tableau périodique des éléments chimiques

Nombre atomique  $Z$   
**Élément**  $X$   
Masse atomique relative  $A_r$

1 <b>H</b> 1,01	2 <b>He</b> 4,00											13 <b>B</b> 10,81	14 <b>C</b> 12,01	15 <b>N</b> 14,01	16 <b>O</b> 16,00	17 <b>F</b> 19,00	18 <b>Ne</b> 20,18								
3 <b>Li</b> 6,94	4 <b>Be</b> 9,01											5 <b>B</b> 10,81	6 <b>C</b> 12,01	7 <b>N</b> 14,01	8 <b>O</b> 16,00	9 <b>F</b> 19,00	10 <b>Ne</b> 20,18								
11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31	3 <b>Al</b> 26,98	4 <b>Si</b> 28,09	5 <b>P</b> 30,97	6 <b>S</b> 32,07	7 <b>Cl</b> 35,45	8 <b>Ar</b> 39,95	9 <b>K</b> 39,10	10 <b>Ca</b> 40,08	11 <b>Sc</b> 44,96	12 <b>Ti</b> 47,87	13 <b>V</b> 50,94	14 <b>Cr</b> 52,00	15 <b>Mn</b> 54,94	16 <b>Fe</b> 55,85	17 <b>Co</b> 58,93	18 <b>Ni</b> 58,69	19 <b>Cu</b> 63,55	20 <b>Zn</b> 65,38	21 <b>Ga</b> 69,72	22 <b>Ge</b> 72,63	23 <b>As</b> 74,92	24 <b>Se</b> 78,97	25 <b>Br</b> 79,90	26 <b>Kr</b> 83,80
37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,91	40 <b>Zr</b> 91,22	41 <b>Nb</b> 92,91	42 <b>Mo</b> 95,95	43 <b>Tc</b> *	44 <b>Ru</b> 101,07	45 <b>Rh</b> 102,91	46 <b>Pd</b> 106,42	47 <b>Ag</b> 107,87	48 <b>Cd</b> 112,41	49 <b>In</b> 114,82	50 <b>Sn</b> 118,71	51 <b>Sb</b> 121,76	52 <b>Te</b> 127,60	53 <b>I</b> 126,90	54 <b>Xe</b> 131,29								
55 <b>Cs</b> 132,91	56 <b>Ba</b> 137,33	57 <b>La</b> 138,91	58 <b>Ce</b> 140,12	59 <b>Pr</b> 140,91	60 <b>Nd</b> 144,24	61 <b>Pm</b> *	62 <b>Sm</b> 150,36	63 <b>Eu</b> 151,96	64 <b>Gd</b> 157,25	65 <b>Tb</b> 158,93	66 <b>Dy</b> 162,50	67 <b>Ho</b> 164,93	68 <b>Er</b> 167,26	69 <b>Tm</b> 168,93	70 <b>Yb</b> 173,04	71 <b>Lu</b> 174,97									
87 <b>Fr</b> *	88 <b>Ra</b> *	89 <b>Ac</b> *	90 <b>Th</b> 232,04	91 <b>Pa</b> 231,04	92 <b>U</b> 238,03	93 <b>Np</b> *	94 <b>Pu</b> *	95 <b>Am</b> *	96 <b>Cm</b> *	97 <b>Bk</b> *	98 <b>Cf</b> *	99 <b>Es</b> *	100 <b>Fm</b> *	101 <b>Md</b> *	102 <b>No</b> *	103 <b>Lr</b> *									

\* Éléments n'ayant pas de nucléide (isotope) de durée suffisamment longue et n'ayant donc pas une composition terrestre caractéristique.

## Constantes

$$R = 8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$R = 8,21 \times 10^{-2} \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Volume d'une mole d'un gaz idéal à 273 K et 101 325 Pa :  $22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$  ( $\text{L mol}^{-1}$ )

$$1 F = 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 101325 \text{ Pa}$$

## Électronégativités des éléments des trois premières périodes

H :	2,1	N :	3,0	Al :	1,5
Li :	1,0	O :	3,5	Si :	1,8
Be :	1,5	F :	4,0	P :	2,1
B :	1,9	Na :	0,9	S :	2,5
C :	2,5	Mg :	1,2	Cl :	3,0



**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2026**  
**NIVEAU 1** (élèves de cinquième année)  
**SECONDE ÉPREUVE : PROBLÈMES**

**5**

Numéro  
d'identification

**Problème 1 – Quantité de matière (20 points)**

- a) Sachant que la masse volumique du fer est égale à  $7860 \text{ kg/m}^3$ , déterminer le volume occupé par une mole de fer.

<b>Réponse (10 points)</b>	$V = \underline{\hspace{10em}} \text{ dm}^3$ <span style="float: right;"><i>(1 chiffre significatif)</i></span>

- b) Calculer la quantité de matière contenue dans  $1 \text{ m}^3$  de fer.

<b>Réponse (10 points)</b>	$n(\text{Fe}) = \underline{\hspace{10em}} \text{ mol}$ <span style="float: right;"><i>(6 chiffres significatifs)</i></span>



**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2026**  
**NIVEAU 1** (élèves de cinquième année)  
**SECONDE ÉPREUVE : PROBLÈMES**

**5**

Numéro  
d'identification

**Problème 2 – Concentrations (20 points)**

- a) Calculer la concentration molaire d'une solution de  $\text{HNO}_3$  dont les propriétés sont les suivantes : densité,  $d = 1,18$  ; pourcentage massique,  $\%_{m/m} = 30 \%$ .

<b>Réponse (10 points)</b>	$c(\text{HNO}_3) = \underline{\hspace{10em}}$ mol/L <span style="float: right;"><i>(3 chiffres significatifs)</i></span>

- b) Quel volume de cette solution concentrée et quel volume d'eau faut-il mettre en œuvre pour préparer 400 mL d'une solution diluée de  $\text{HNO}_3$  de concentration 0,100 mol/L ?

<b>Réponse (5 points)</b>	$V(\text{HNO}_3) = \underline{\hspace{10em}}$ mL <span style="float: right;"><i>(1 chiffre significatif)</i></span>
<b>Réponse (5 points)</b>	$V(\text{H}_2\text{O}) = \underline{\hspace{10em}}$ mL <span style="float: right;"><i>(3 chiffres significatifs)</i></span>



**Problème 3 – Quantité de matière (20 points)**

La production d'électricité d'une centrale thermique nécessite la combustion de 2500 tonnes de charbon par jour. Le charbon utilisé contient, en pourcentage massique, 0,65 % de soufre. Supposons que tout le soufre est transformé en dioxyde de soufre et que, en raison d'une inversion de température, ce dernier reste emprisonné pendant un jour dans un volume d'air de 45 km x 60 km x 0,40 km.

- a) Écrire l'équation équilibrée (pondérée) de la réaction d'oxydation du soufre.

<b>Réponse (5 points)</b>	
---------------------------	--

- b) Calculer la teneur en dioxyde de soufre dans ce volume d'air, en l'exprimant en microgrammes par mètre cube.

--	--

<b>Réponse (15 points)</b>	Teneur(SO <sub>2</sub> ) = _____ µg/m <sup>3</sup> (2 chiffres significatifs)
----------------------------	---

**Problème 4 – Dosage direct – Lecture de texte (20 points)**

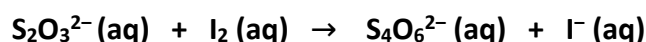
Le manioc est un tubercule à forte teneur en amidon servant d'aliment de base pour de nombreuses populations tropicales et subtropicales. Cette racine brune à chair blanche se cuisine comme la pomme de terre, mais nécessite, pour sa variété amère, une cuisson rigoureuse afin d'éliminer les composés cyanogènes qu'elle contient et qui peuvent se transformer dans l'organisme en acide cyanhydrique (HCN), molécule potentiellement mortelle.

En cas d'intoxication, il existe des antidotes renfermant, entre autres, une solution d'ions thiosulfate ( $S_2O_3^{2-}$ ) qui transforment les ions cyanure ( $CN^-$ ) en ions thiocyanate ( $SCN^-$ ) moins toxiques.

On se propose de vérifier un kit d'antidote dont la concentration massique annoncée,  $\gamma_0$ , est de 177 g/L en ions thiosulfate.

Pour ce faire, on dilue 10 fois la solution,  $S_0$  du kit, de manière à obtenir une solution  $S_1$  de concentration  $c_1$  en ions thiosulfate. On prélève 20 mL de cette solution  $S_1$  et l'on fait réagir quantitativement les ions thiosulfate qu'elle renferme avec un volume de 15,6 mL d'une solution de diiode ( $I_2$ ) de concentration égale à 0,100 mol/L.

L'équation de la réaction de dosage est la suivante, elle mène à la formation d'ions tétrathionate ( $S_4O_6^{2-}$ ) et d'ions iodure ( $I^-$ ).



- a) Écrire l'équation équilibrée (pondérée) de la réaction ci-dessus.

<b>Réponse (5 points)</b>	
---------------------------	--

- b) Déterminer la concentration molaire en ions thiosulfate de la solution  $S_1$ .

--	--

<b>Réponse (5 points)</b>	$c_1(S_1) =$ _____ mol/L	(3 chiffres significatifs)
---------------------------	--------------------------	----------------------------



**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2026**  
**NIVEAU 1** (élèves de cinquième année)  
**SECONDE ÉPREUVE : PROBLÈMES**

**5**

Numéro  
d'identification

- c) Sur base des résultats du dosage, déterminer la concentration massique réelle en ions thiosulfate de la solution  $S_0$ .

<b>Réponse (5 points)</b>	$\gamma_0(S_0) =$ _____ g/L <span style="float: right;"><i>(3 chiffres significatifs)</i></span>

- d) On tolère un écart maximum de 5,0 % entre la valeur annoncée par le fabricant et le résultat du dosage réalisé. Calculer si cet écart est respecté.

<b>Réponse (5 points)</b>	Écart( $\gamma_{\text{dosage}}$ VS $\gamma_{\text{fabricant}}$ ) = _____ % <span style="float: right;"><i>(2 chiffres significatifs)</i></span>

**Problème 5 – Dosage inverse – Lecture de texte (20 points)**Source : <http://labolycee.org>

Une plante puise dans le sol des éléments chimiques nécessaires à sa croissance. Parmi ces éléments, l'azote est l'un des plus importants pour la vie de la plante. Dans le sol, l'azote est présent sous forme d'ions nitrate  $\text{NO}_3^-$  (aussi appelé azote nitrique) ou d'ions ammonium  $\text{NH}_4^+$  (azote ammoniacal). Les engrais azotés permettent l'apport de ces ions en fonction des besoins de la plante. Mais l'utilisation de ces engrais doit être contrôlée. En effet, les ions nitrate sont peu retenus par le sol et sont entraînés dans les eaux superficielles (lacs, rivières...) où ils provoquent la prolifération d'algues néfastes à la biologie des rivières et dans les eaux souterraines (nappes phréatiques). Une trop forte concentration en ions nitrate dans l'eau de distribution peut avoir des conséquences graves sur la santé des consommateurs.

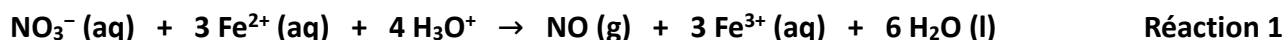
Afin de déterminer le pourcentage massique en azote nitrique ( $\text{NO}_3^-$ ) d'un engrais azoté liquide, on procède à un titrage en retour selon le protocole expérimental suivant.

**Protocole expérimental**

Une masse  $m = 2,50$  g d'engrais liquide est placée dans une fiole jaugée de 250 mL. On complète la fiole jusqu'au trait de jauge par de l'eau distillée : on obtient une solution notée (S).

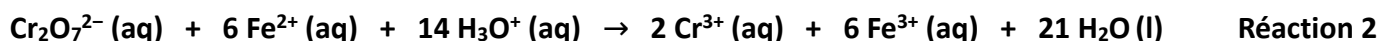
Dans un erlenmeyer, on introduit un volume  $V_0 = 25,0$  mL de la solution d'engrais (S) puis un volume  $V_1 = 20,0$  mL d'une solution de sel de Mohr de concentration en ions fer(II) :  $[\text{Fe}^{2+}] = 0,200$  mol/L. Un ajout de 5 mL d'acide sulfurique permet d'acidifier le mélange.

L'ensemble est porté à une douce ébullition car la réaction est lente. Les ions nitrate de l'engrais réagissent de façon totale avec les ions fer(II) de la solution de sel de Mohr selon la réaction d'équation pondérée (équilibrée) suivante :



Après refroidissement, les ions fer(II) en excès (ceux qui n'ont pas réagi avec les ions nitrate) sont titrés par une solution de dichromate de potassium ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) de concentration  $c_2 = 0,0170$  mol/L en ions dichromate ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ). L'équivalence de ce titrage est repérée grâce un indicateur coloré d'oxydoréduction : l'orthophénanthroline ferreuse.

L'équation pondérée (équilibrée) de la réaction de titrage des ions fer (II) en excès par les ions dichromate s'écrit :



L'équivalence est obtenue pour un volume  $V_E = 10,0$  mL de solution de dichromate de potassium versé dans l'erlenmeyer.

Le pourcentage massique en azote nitrique de cet engrais s'exprime par la formule suivante :

$$\%_{m/m} = \frac{m(\text{NO}_3^-)}{m(\text{engrais})} \times 100$$



**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2026**  
**NIVEAU 1** (élèves de cinquième année)  
**SECONDE ÉPREUVE : PROBLÈMES**

5

Numéro  
d'identification

Calculer le pourcentage massique en azote nitrique de cet engrais.

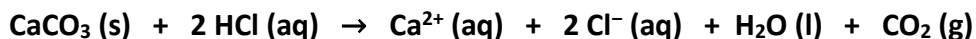
**Réponse (20 points)**

$\%_{m/m}(\text{NO}_3^-) = \underline{\hspace{2cm}} \%$

*(3 chiffres significatifs)*

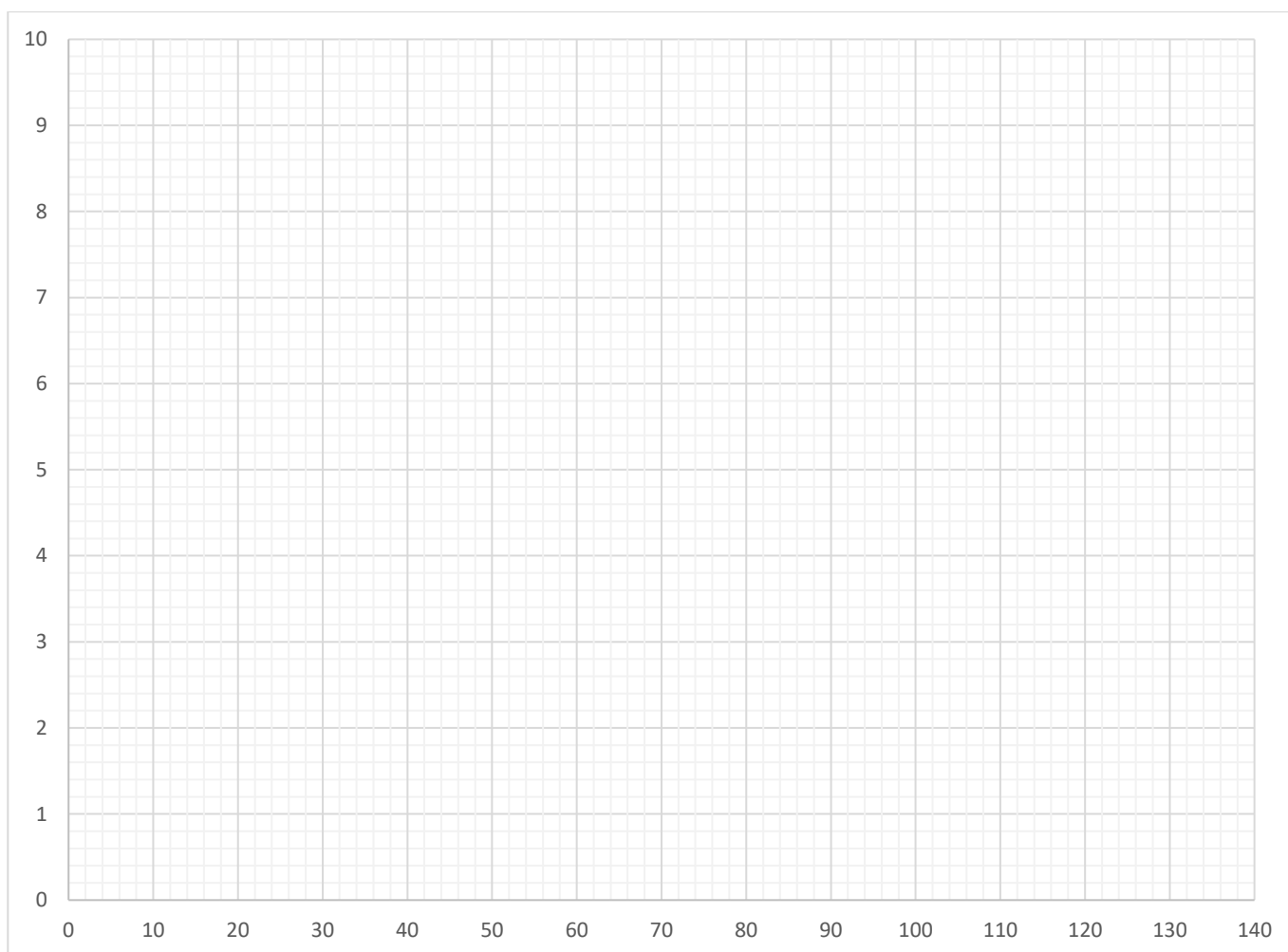
**Problème subsidiaire pour départager le podium (10 points)**

Le tableau ci-dessous reprend les résultats obtenus au cours de la réaction pondérée (équilibrée) suivante :



Temps (s)	15	30	40	50	70	90	110	130
Concentration en $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ (mmol/L)	1,56	3,06	4,02	4,91	6,47	7,59	8,48	9,38

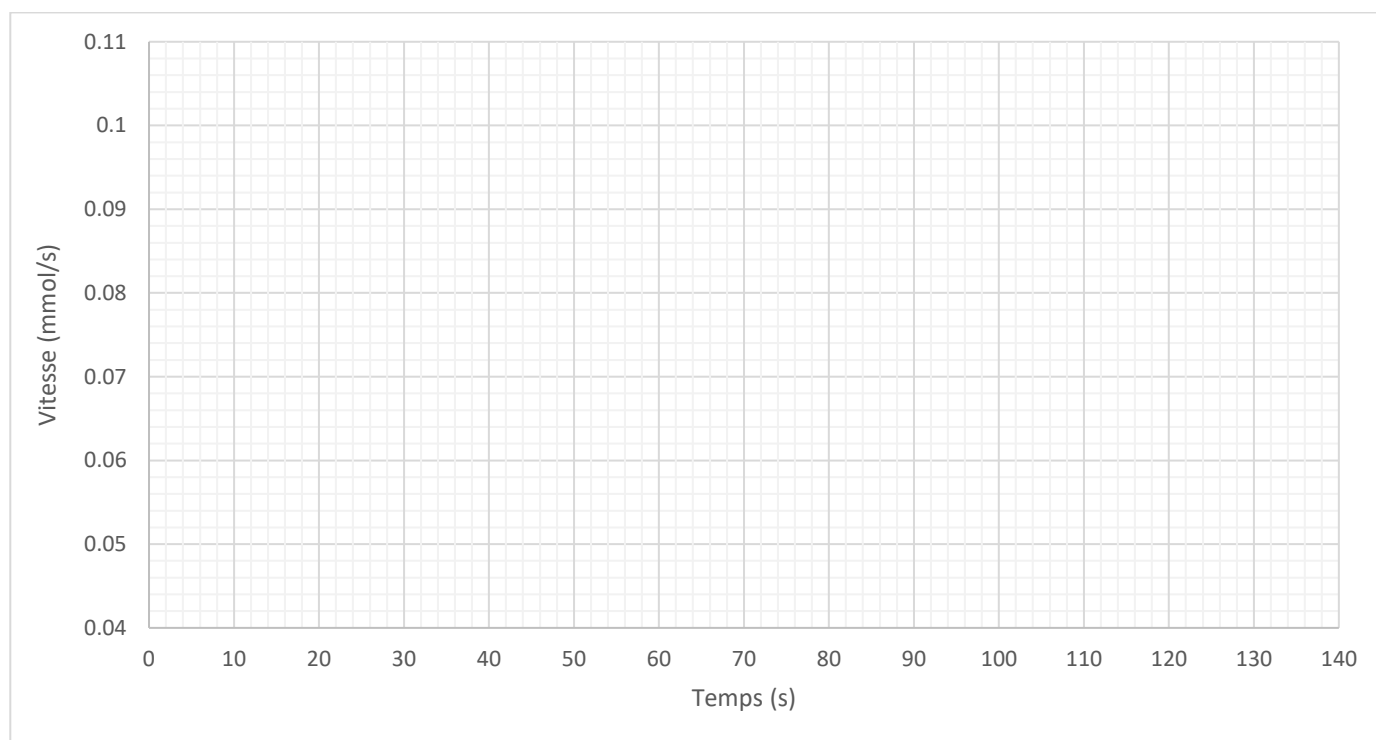
- a) Sur le graphique ci-dessous, tracer précisément une courbe décrivant l'évolution de la concentration en  $\text{Ca}^{2+} (\text{aq})$  en fonction du temps. Veiller à bien légender votre graphique (4 points).



b) Calculer la vitesse moyenne de disparition du carbonate de calcium entre 30 et 50 secondes.

<b>Réponse (3 points)</b>	$v =$ _____ mmol/s <span style="float: right;"><i>(3 chiffres significatifs)</i></span>

c) Tracer une courbe dont l'allure sera représentative de l'évolution de la vitesse de la réaction au cours du temps (3 points).





**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2026**  
**NIVEAU 1** (élèves de cinquième année)  
**SECONDE ÉPREUVE : PROBLÈMES**

**5**

Numéro  
d'identification

**BROUILLON**