Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

LICENCE SCIENCES DE LA VIE

SCIENCES DE LA VIE

ÉVALUATION DU BLOC RNCP39517BC08 : ANALYSER DES DONNÉES ISSUES DES EXPÉRIENCES

SESSION 2026

Durée : 2 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
SCIENCES DE LA VIE	3 (INDICATIF)

Moyens de calculs et matériel autorisés :

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9.

Les documents réponses en fin de sujet sont à rendre avec la copie.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION EXPÉRIMENTALE ET CONSIGNES GÉNÉRALES : LABORATOIRE UNIVERSITAIRE DE BIOCHIMIE, UNIVERSITÉ DE VALMONT, VALMONT

Le laboratoire étudie l'activité d'une enzyme, la phosphatase alcaline, en fonction de la concentration en substrat. L'activité est estimée à partir de la vitesse initiale de formation d'un produit coloré. Les mesures et les caractéristiques métrologiques utiles sont données dans les documents techniques DT 1 à DT 3.

Vous devez traiter les résultats, proposer et interpréter un modèle, puis identifier les principales sources d'incertitude et les biais possibles. Les données de l'énoncé sont les seules données à utiliser. Les résultats numériques seront accompagnés de leur unité et d'un nombre de chiffres significatifs cohérent avec les données.

Pour cette évaluation, la durée est de 2 heures et le barème total est de 20 points. Les calculs intermédiaires doivent être présentés. Une calculatrice est autorisée selon la règle indiquée dans les informations de l'épreuve.

Partie 1 : Analyse du protocole et des données (5 points)

Définition de la question expérimentale, des variables et des conditions de mesure

On cherche à caractériser l'effet de la concentration en substrat [S] sur la vitesse initiale de la réaction catalysée par la phosphatase alcaline. Le protocole et les conditions constantes sont décrits dans le DT 1. Les mesures brutes sont fournies dans le DT 2.

Plan expérimental et paramètres maintenus constants

Paramètre	Valeur ou condition	Rôle dans l'expérience
Concentration en substrat [S]	0,10 ; 0,20 ; 0,40 ; 0,80 ; 1,60 mmol·L^{-1}	Variable étudiée
Température	25,0 °C	Maintenue constante
pH du tampon	9,50	Maintenu constant
Volume réactionnel	2,00 mL	Maintenu constant
Répétitions par concentration	3	Répétitions expérimentales

Données du protocole fourni au laboratoire.

1.1 (1,5 point) Formulez la question expérimentale et indiquez la variable indépendante, la variable mesurée ainsi que deux variables contrôlées. Pour chaque variable contrôlée, précisez brièvement pourquoi elle doit rester constante.

1.2 (1,5 point) À partir du DT 1, décrivez comment la vitesse initiale est obtenue à partir des mesures d'absorbance. Indiquez le rôle des trois répétitions réalisées pour chaque concentration en substrat.

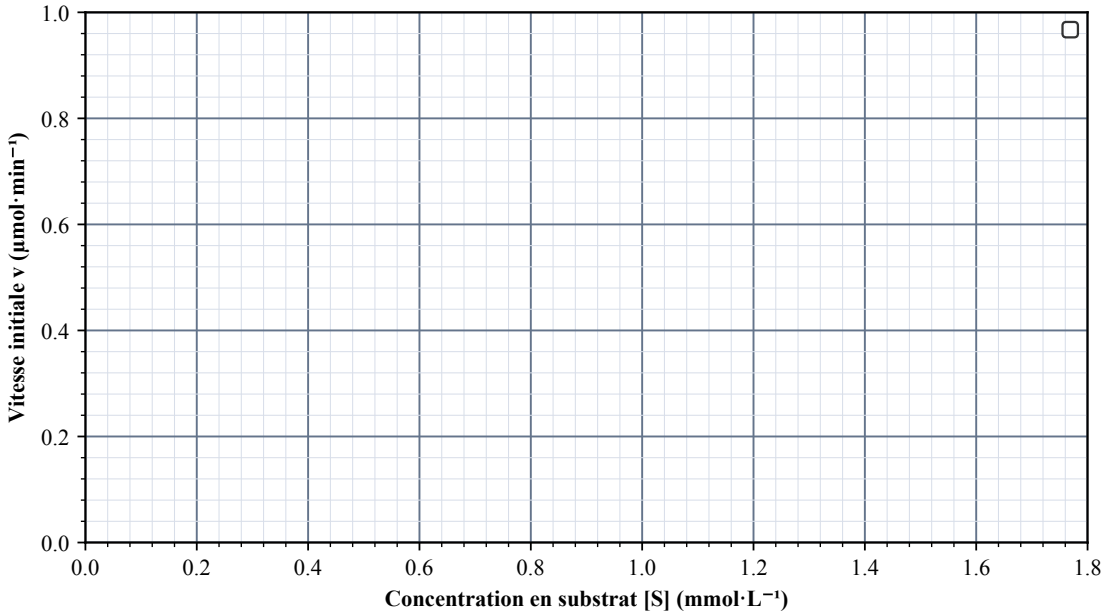
1.3 (2 points) À partir du DT 2, calculez la moyenne des trois vitesses mesurées pour chacune des cinq concentrations en substrat. Complétez le DR 1 en indiquant les résultats en µmol·min⁻¹, avec deux décimales.

Partie 2 : Modélisation et interprétation des résultats (5 points)

Traitement graphique et interprétation d'un modèle de saturation enzymatique

Le modèle de Michaelis-Menten est proposé pour décrire la dépendance de la vitesse initiale à la concentration en substrat : $v = \frac{V_{\max}[S]}{K_m + [S]}$. Dans cette expression, $V_{\max}$ est la vitesse maximale et K_m la concentration en substrat pour laquelle $v = V_{\max}/2$. Les moyennes nécessaires au traitement sont à calculer à partir du DT 2.

Représentation des vitesses initiales en fonction de la concentration en substrat



Reporter les moyennes calculées à la question 1.3, puis tracer une courbe adaptée.

2.1 (2 points) Représentez sur le graphique les cinq moyennes calculées à la question 1.3. Choisissez une échelle lisible et reliez les points par une courbe régulière, sans imposer une relation linéaire.

2.2 (1,5 point) Décrivez l'allure générale des résultats lorsque $[S]$ augmente. Indiquez si les données suggèrent une augmentation indéfinie de la vitesse ou une tendance vers un plateau, en justifiant votre réponse par des valeurs du tableau ou du graphique.

2.3 (1,5 point) À partir du graphique et des moyennes, estimez $V_{\max}$ et K_m. Donnez une valeur approchée et une unité pour chacune. Expliquez brièvement la méthode d'estimation utilisée et signalez qu'il s'agit d'estimations obtenues avec les données fournies.

Partie 3 : Calcul d'incertitude et portée du résultat (5 points)

Estimation de la dispersion et propagation des incertitudes

Les mesures à $[S] = 0,40$ mmol·L⁻¹ sont celles du DT 2. Pour l'estimation de l'incertitude-type combinée sur la vitesse moyenne à cette concentration, on adopte le modèle $v = kq$, où q est la vitesse moyenne déterminée par les répétitions et k est un facteur de conversion. Les valeurs métrologiques sont fournies dans le DT 3. Les incertitudes-types sont indépendantes. Pour un produit de grandeurs indépendantes, on peut utiliser $\left(\frac{u_c(v)}{v}\right)^2 = \left(\frac{u(k)}{k}\right)^2 + \left(\frac{u(q)}{q}\right)^2$.

Données métrologiques à [S] = 0,40 mmol·L⁻¹

Grandeur	Valeur	Incertitude-type
Vitesse moyenne avant conversion q	0,51 min⁻¹	À calculer à partir des répétitions
Facteur de conversion k	1,00 µmol	0,02 µmol
Nombre de répétitions n	3	Sans objet

Valeurs reprises des documents techniques DT 2 et DT 3.

3.1 (1,5 point) Pour les trois mesures de vitesse à $[S] = 0,40$ mmol·L⁻¹, calculez l'écart-type expérimental s en utilisant $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(q_i - \bar{q})^2}{n-1}}$. Calculez ensuite l'incertitude-type de la moyenne $u(q) = s/\sqrt{n}$. Présentez les deux résultats avec leurs unités.

3.2 (2 points) Calculez la vitesse convertie $v = kq$ à $[S] = 0,40$ mmol·L⁻¹, puis son incertitude-type combinée $u_c(v)$ à l'aide de la relation fournie dans l'introduction de la partie. Présentez le résultat sous la forme $v \pm u_c(v)$, avec une unité et un arrondi cohérent.

3.3 (1,5 point) Expliquez ce que représente l'incertitude-type calculée et distinguez-la d'une erreur systématique. Indiquez une limite de l'estimation fondée sur trois répétitions seulement.

Partie 4 : Diagnostic critique et amélioration du protocole (5 points)

Identification des biais, des sources d'erreur et des améliorations expérimentales

Pour interpréter les résultats, il faut distinguer la dispersion entre répétitions, les erreurs de mesure aléatoires et les biais susceptibles de déplacer systématiquement les résultats. Les caractéristiques des instruments et les points de vigilance du protocole figurent dans le DT 1 et le DT 3.

Éléments de diagnostic à analyser

Élément examiné	Information disponible
Température du bain	25,0 °C ; incertitude-type 0,5 °C
Pipette utilisée pour le substrat	Volume délivré : 200 µL ; tolérance maximale ± 2 µL
Lecture d'absorbance	Répétitions acquises à intervalles de 30 s
Ordre de passage des concentrations	Toujours croissant dans la série décrite

Compléter le DR 2 à partir des informations des documents techniques.

4.1 (2 points) Complétez le DR 2 en classant quatre sources possibles de variation ou de biais parmi celles suggérées par les documents. Pour chacune, indiquez son effet possible sur les résultats et précisez si elle est principalement aléatoire ou susceptible d'être systématique.

4.2 (1,5 point) Le passage des concentrations est toujours réalisé dans l'ordre croissant. Expliquez pourquoi cet ordre peut introduire un biais si l'activité enzymatique varie au cours de la séance. Proposez une modification concrète de l'organisation des mesures pour limiter ce biais.

4.3 (1,5 point) Proposez deux améliorations du protocole permettant soit de mieux estimer la dispersion, soit de réduire une source d'incertitude ou de biais. Pour chacune, indiquez le paramètre concerné et l'effet attendu sur la qualité des résultats.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

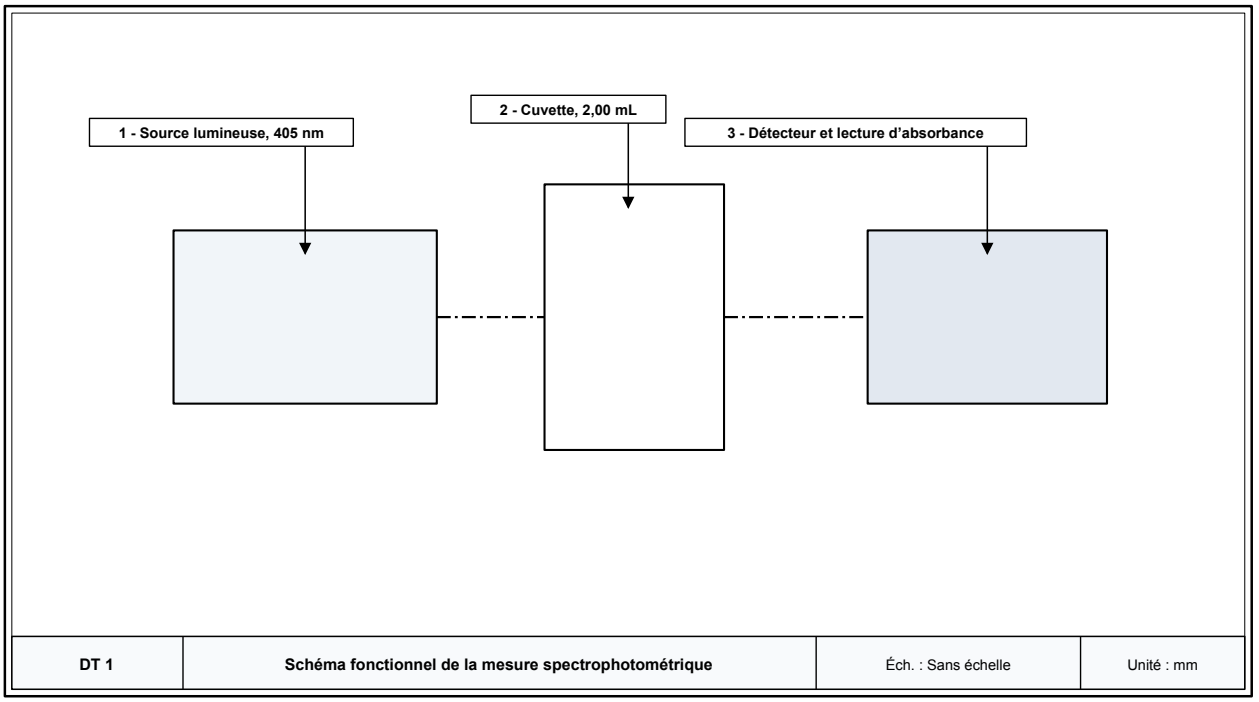
Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : PROTOCOLE DE MESURE DE L'ACTIVITÉ ENZYMATIQUE

La phosphatase alcaline catalyse la transformation du substrat p-nitrophényl-phosphate en p-nitrophénol. Dans les conditions de l'essai, le produit formé est suivi par mesure d'absorbance à 405 nm. Pour chaque concentration en substrat, trois essais indépendants sont réalisés. Après ajout de l'enzyme, l'absorbance est enregistrée toutes les 30 s pendant les deux premières minutes. La pente de la portion initiale linéaire de la courbe absorbance-temps est utilisée comme estimation de la vitesse initiale.

Les conditions communes sont : tampon à pH 9,50, température de 25,0 °C, volume réactionnel de 2,00 mL et même quantité d'enzyme dans chaque essai. Le blanc contient tous les réactifs à l'exception de l'enzyme. La concentration en substrat est la variable étudiée. Le spectrophotomètre est réglé à 405 nm avant la série de mesures.

Le schéma représente les éléments fonctionnels du dispositif de mesure. Il ne constitue pas un plan de fabrication ni une norme de laboratoire.



Représentation schématique, non à l'échelle.

DT 2 : RÉSULTATS BRUTS ET DONNÉES DE CALIBRATION

Les valeurs ci-dessous sont les vitesses initiales obtenues à partir des pentes des courbes absorbance-temps, après application du facteur de conversion défini pour la série. Les répétitions sont indépendantes. Les valeurs sont exprimées en µmol·min⁻¹.

Pour la conversion entre pente absorbance-temps et vitesse, la relation employée pour cette série est $v = kq$, où q désigne la pente traitée et k le facteur de conversion donné dans le DT 3. Les résultats bruts de vitesse du tableau sont fournis pour le traitement statistique des questions.

Vitesses initiales mesurées en fonction de la concentration en substrat

[S] (mmol·L⁻¹)	Répétition 1 (µmol·min⁻¹)	Répétition 2 (µmol·min⁻¹)	Répétition 3 (µmol·min⁻¹)
0,10	0,18	0,20	0,19
0,20	0,32	0,34	0,33
0,40	0,50	0,52	0,51
0,80	0,66	0,68	0,67
1,60	0,77	0,79	0,78

Trois répétitions indépendantes par concentration.

DT 3 : CARACTÉRISTIQUES MÉTROLOGIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

Pour l'exploitation métrologique de l'essai à $[S] = 0,40$ mmol·L⁻¹, le facteur de conversion est $k = 1,00$ µmol, avec une incertitude-type $u(k) = 0,02$ µmol. Les mesures répétées de vitesse à cette concentration sont fournies dans le DT 2. On admet que l'incertitude liée au facteur et celle estimée par les répétitions sont indépendantes.

La température affichée du bain est 25,0 °C, avec une incertitude-type de 0,5 °C. La pipette utilisée pour délivrer le substrat a un volume nominal de 200 µL et une tolérance maximale de ± 2 µL. L'ordre des concentrations dans la série est toujours croissant. L'intervalle entre les acquisitions d'absorbance est de 30 s. Ces informations permettent d'identifier des sources possibles d'incertitude ou de biais, mais ne suffisent pas à attribuer une correction numérique à chacune d'elles.

Les formules utiles sont : moyenne $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$, écart-type expérimental $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$, incertitude-type de la moyenne $u(\bar{x}) = \frac{s}{\sqrt{n}}$. Pour des grandeurs indépendantes dans un produit, la propagation relative est donnée dans l'énoncé de la partie 3.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Tableau de traitement des vitesses initiales, questions 1.3 et 2.1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez la colonne des vitesses moyennes à partir du DT 2. Reportez ensuite ces moyennes sur le graphique fourni dans la partie 2. Les résultats doivent comporter une unité et deux décimales.

Moyennes des vitesses initiales

[S] (mmol·L⁻¹)	Vitesse moyenne (µmol·min⁻¹)
0,10	.....
0,20	.....
0,40	.....
0,80	.....
1,60	.....

À compléter par le candidat.

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Tableau de diagnostic des sources d'erreur, question 4.1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez le tableau en identifiant une conséquence possible sur les résultats et en indiquant si l'effet attendu est principalement aléatoire ou susceptible d'être systématique. Plusieurs réponses peuvent être recevables si elles sont justifiées.

Diagnostic expérimental

Source de variation ou de biais	Effet possible sur les résultats	Type d'effet : aléatoire ou systématique
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

Quatre lignes à compléter à partir des DT 1 à DT 3.

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.