

Corrigé PLPA 2025 : mathématiques et physique-chimie appliquées

Proposition de corrigé — non officielle. Concours externe PLPA, session 2025, mathématiques-physique-chimie : épreuve disciplinaire appliquée n° 2, ses 29 questions et l'ensemble des annexes A à M. Les propositions pédagogiques admettent d'autres réponses argumentées ; aucun barème du jury n'est supposé.

[Sujet officiel](#) · [Annales de ce concours ou examen](#)

Partie 1 — Le nombre dérivé et la fermentation

1. Prérequis

Les élèves doivent lire un repère et ses unités, déterminer une image graphiquement, reconnaître une droite et calculer son coefficient directeur à partir de deux points. Ils doivent aussi distinguer une grandeur, ici le degré d'alcool, de sa variation par jour. Les calculs de différences et de quotients, les fonctions usuelles indiquées dans l'annexe A et la lecture des variations constituent les appuis de la séquence.

2. Une progression sur trois semaines

Avec deux heures hebdomadaires, on peut consacrer six heures au nombre dérivé. Première semaine : une heure pour lire et comparer les courbes de fermentation, puis une heure pour calculer des taux moyens sur des intervalles de plus en plus petits. Deuxième semaine : une heure de construction graphique des tangentes, puis une heure pour associer leur pente au nombre dérivé et travailler ses unités. Troisième semaine : une heure d'exercices et de remédiation, puis une heure d'évaluation. La progression mène ainsi de la variation moyenne à la vitesse instantanée, avant de vérifier que les élèves savent les distinguer.

3. Analyse de la copie de l'annexe D

La lecture $f(2) \approx 2,2 \%$ est correcte, à la précision du graphique. Le tracé bleu part cependant de l'origine : il représente une sécante plutôt que la tangente attendue au point d'abscisse 2. Cette tangente doit suivre localement la courbe et ne doit pas être forcée à passer par l'origine.

La réponse « vitesse : 2 » confond probablement le temps avec un coefficient directeur. Une lecture de la tangente donne environ **1 point de degré d'alcool par jour**, avec une incertitude graphique. Une tangente proche de $y = x + 0,2$ passe par $(2 ; 2,2)$: sa pente est 1, et non 2.

Le choix de 35°C pour la fermentation la plus rapide au deuxième jour est recevable, mais la justification « la courbe est au-dessus » ne suffit pas : une hauteur mesure le degré d'alcool, une pente mesure la vitesse. Il faut comparer les tangentes à cette date. Enfin, le choix de 23°C pour atteindre 13 % entre 30 et 40 jours est conforme aux courbes de l'annexe C ; cette réponse ne doit pas être comptée comme une erreur.

4. Remédiations

Faire placer deux points sur une même tangente, calculer $\Delta y/\Delta t$ et écrire l'unité. Montrer ensuite deux courbes dont la plus haute a la plus faible pente : cet exemple oblige à séparer niveau et vitesse. Reprendre le tracé avec une règle, autour du point demandé, puis confronter plusieurs tangentes et accepter une marge de lecture raisonnable. Un tableau « image : hauteur ; nombre dérivé : pente » peut servir de rappel, avec un exemple chiffré de chaque notion.

5. Deux exercices supplémentaires, avec réponses

On prévoit environ vingt minutes pour l'exercice fourni, vingt minutes pour chacun des deux ajouts suivants. Ces durées sont des choix pédagogiques, à adapter à la classe.

Exercice 1 — Lire une tangente. Dans un modèle pédagogique, le point M(4 ; 5) appartient à la courbe du degré d'alcool. Sa tangente passe également par A(2 ; 3,5). Déterminer le nombre dérivé en 4, écrire son unité, puis donner l'équation de cette tangente. Peut-on affirmer que le degré d'alcool réel vaut 6,5 % au sixième jour ?

Réponses : la pente vaut $(5 - 3,5)/(4 - 2) = 0,75$ point par jour. La tangente est $y = 0,75t + 2$. Elle vaut 6,5 en $t = 6$, mais ce résultat concerne une approximation affine locale, pas nécessairement la courbe réelle. L'exercice vérifie lecture, calcul et interprétation.

Exercice 2 — Calculer et interpréter. Pour un second modèle pédagogique, on pose $g(t) = -0,1t^2 + 1,5t$, pour $0 \leq t \leq 5$. Calculer $g(2)$, $g'(t)$, $g'(2)$ et $g'(5)$. Comparer les vitesses aux deuxième et cinquième jours. Déterminer la tangente en $t = 2$, puis dire si le degré d'alcool baisse entre ces deux dates.

Réponses : $g(2) = 2,6$ % ; $g'(t) = -0,2t + 1,5$; $g'(2) = 1,1$ point par jour et $g'(5) = 0,5$ point par jour. La vitesse diminue, mais reste positive : le degré d'alcool augmente. La tangente est $y = 1,1(t - 2) + 2,6 = 1,1t + 0,4$. Cet exercice complète la lecture graphique par un calcul et vérifie qu'une croissance plus lente n'est pas une décroissance. Les coefficients décrivent un exercice, pas une loi expérimentale de vinification.

Partie 2 — L'acidité totale d'un vin

6. Thèmes et compétences

Le thème principal est l'**alimentation** ; l'eau fournit le cadre des solutions aqueuses et des réactions acido-basiques. Selon le prolongement choisi, la santé peut être discutée, sans transformer un contrôle d'acidité en garantie sanitaire. Les savoirs mobilisés sont pH, acides et bases, quantité de matière et concentration. Les élèves doivent prélever un volume, utiliser une burette, repérer un changement de couleur, exploiter une mesure et respecter les consignes de sécurité.

7. Quatre documents au maximum

On retient les documents **5, 1, 4 et 8**, dans cet ordre. L'étiquette du document 5 introduit le produit ; le document 1 donne la signification de l'acidité totale et le problème ; le document 4 apporte le protocole ; le document 8 aide à interpréter le virage du BBT. Les autres documents peuvent servir à l'enseignant ou au prolongement en BTSA. Donner les huit d'emblée augmenterait inutilement la charge de lecture en bac professionnel.

8. Tâche complexe

« Le responsable du chai veut connaître l'acidité totale de ce vin blanc. À partir des documents et du matériel disponibles, déterminez-la, exprimez le résultat en g/L d'équivalent acide sulfurique et remettez une courte conclusion argumentée. Situez la mesure par rapport au repère de 3,5 g/L proposé dans le document 1 et signalez les limites de votre résultat. »

Cette mission laisse aux élèves l'organisation du travail et la présentation des résultats. Le seuil du document est un repère pour l'activité ; une mesure scolaire ne suffit pas à décider d'un traitement œnologique ou de sa conformité réglementaire.

9–10. Durée et paillasse

Une séance de **deux heures** permet dix minutes de présentation, quinze minutes de préparation, cinquante minutes de manipulation et répétition, vingt minutes d'exploitation, quinze minutes de restitution et dix minutes de rangement.

Par paillasse : vin blanc préalablement aéré pour éliminer le CO_2 , solution de NaOH à 0,10 mol/L, BBT, eau distillée, burette graduée de 25 mL et support, pipette jaugée de 5,0 mL et propipette, erlenmeyer de 250 mL, béchers et dispositif d'agitation. Prévoir lunettes, blouse, gestion des déchets et consignes adaptées aux produits. Aucun échantillon manipulé ne doit être consommé.

11. Deux aides partielles

Première aide : faire repérer dans le document 4 pourquoi le CO_2 doit être éliminé et quel volume de vin doit être prélevé. Deuxième aide : rappeler les couleurs du BBT autour de pH 7 et demander de repérer le volume lu sur la burette au virage persistant, sans donner directement le résultat du calcul. La soude doit être ajoutée plus lentement à l'approche du virage.

12–13. Relation de l'acidité totale

L'acidité totale est exprimée par convention en équivalent H_2SO_4 , acide diprotique. Avec cB la concentration de soude, VB le volume versé et Vvin le prélèvement, l'équivalent de matière d'acide sulfurique vaut $c\text{BVB}/2$. Ainsi :

$$\text{AT} = 98c\text{BVB}/(2\text{Vvin}) = 49c\text{BVB}/\text{Vvin}.$$

Pour $c\text{B} = 0,10 \text{ mol/L}$ et $\text{Vvin} = 5,0 \text{ mL}$, on obtient **AT = 0,98VB**, en g/L lorsque VB est exprimé en mL. Les deux volumes du quotient doivent utiliser la même unité. Le coefficient 0,98 ne convient pas à un autre prélèvement ou à une autre concentration de soude. Il ne mesure pas la masse d'acide sulfurique réellement présente dans le vin : il exprime la totalité des acidités titrées selon cette convention, au point final pH 7 du protocole.

14. Une méthode pH-métrique

Pour un titrage acide-base présentant un saut d'équivalence, relever suffisamment de points autour du saut puis calculer ou tracer $\Delta\text{pH}/\Delta\text{V}$. Son maximum estime le volume d'équivalence. Cette méthode exige des mesures rapprochées et un signal exploitable. Dans un vin contenant plusieurs acides, le point final conventionnel de l'acidité totale à pH 7 ne se confond pas automatiquement avec le maximum d'une dérivée : il faut distinguer le dosage modèle du document 6 et la définition opérationnelle de l'AT.

15. Même volume, concentrations différentes

Le document 2 utilise le même acide acétique dans les trois simulations. Un même volume équivalent ne permet cependant d'identifier ni l'acide ni sa concentration : VE dépend du rapport entre quantité d'acide et concentration du titrant. Ici, l'acide et la soude sont dilués ensemble, ce qui conserve $VE = 10,0 \text{ mL}$.

La séparation des courbes est compatible avec des concentrations différentes, mais ne prouverait pas à elle seule que la nature des acides diffère. **La courbe 1 correspond à $0,100 \text{ mol/L}$, la courbe 2 à $0,010 \text{ mol/L}$ et la courbe 3 à $0,001 \text{ mol/L}$** : avant titrage, le milieu le plus concentré a le pH le plus bas ; après l'équivalence, l'excès de soude y donne le pH le plus haut.

16. Pouvoir tampon

Dans la zone tampon d'un acide faible dosé par une base forte, la résistance à une variation de pH est particulièrement importante **vers la demi-équivalence**, où les quantités d'acide et de base conjuguée sont proches et $\text{pH} \approx \text{pKa}$. Un même petit ajout de base y produit une faible variation de pH, donc un grand quotient $\Delta V_B / \Delta \text{pH}$. Cette réponse concerne la zone tampon du dosage ; elle ne prétend pas comparer tous les milieux fortement acides ou basiques ni tous les mélanges d'acides d'un vin réel.

Partie 3 — Suites géométriques

17. Programme complété

```
def seuil_concentration():
    n = 0
    u = 5
    while u > 0.1:
        u = 0.8 * u
        n = n + 1
    return n
```

La fonction renvoie **18**. Le facteur 0,8 traduit une baisse de 20 %, et non une multiplication par 0,2. Le test s'arrête dès que la concentration est inférieure ou égale au seuil.

18–19. Programmation et tableur

Trois notions essentielles sont l'**affectation**, le **test de comparaison** et la **boucle conditionnelle**. On explique aussi le rôle de l'incrément de n et de la valeur retournée par la fonction.

Dans un tableur, inscrire $n = 0$ en A2 et $u = 5$ en B2 ; en A3, saisir $=A2+1$ et en B3 $=0,8*B2$, puis recopier vers le bas. Rechercher la première valeur de B inférieure ou égale à 0,1 : $u_{17} \approx 0,1126$ et $u_{18} \approx 0,0901 \text{ g/L}$. Le seuil est donc atteint au **dix-huitième jour**.

20a. Calcul du seuil

La suite vérifie $u_n = 5 \times 0,8^n$. On résout $5 \times 0,8^n \leq 0,1$, soit $0,8^n \leq 0,02$. En prenant les logarithmes puis en divisant par $\ln(0,8)$, négatif, on inverse le sens de l'inégalité :

$$n \geq \ln(0,02)/\ln(0,8) \approx 17,53.$$

Le plus petit entier convenable est 18. Une valeur décimale de n ne constitue pas la réponse à une question portant sur les jours entiers du modèle.

20b. Trace écrite proposée

Une suite est géométrique lorsque chaque terme s'obtient en multipliant le précédent par un même nombre q : $u_{n+1} = q u_n$. Pour un premier terme u_0 , son expression est $u_n = u_0 q^n$. Une hausse de p % donne $q = 1 + p/100$; une baisse donne $q = 1 - p/100$. Avec $u_0 > 0$ et $0 < q < 1$, la suite est positive et décroissante ; avec $q > 1$, elle est croissante. Une suite constante correspond à $q = 1$. Pour chercher un seuil, on peut utiliser un tableau de valeurs, un algorithme ou, lorsque q est positif et différent de 1, les logarithmes. Le sens de l'inégalité dépend du signe de $\ln(q)$.

Partie 4 — Résistance et inductance d'une bobine

21–22. Contexte et analogie

L'étude peut partir de la bobine d'un relais commandant un équipement agricole : pourquoi son courant ne s'établit-il pas immédiatement lors de la mise sous tension ? L'inductance s'oppose aux variations du courant, comme l'inertie d'une masse s'oppose aux variations de vitesse. L'analogie relie $uL = L \frac{di}{dt}$ à $F = m \frac{dv}{dt}$; elle ne rend pas tous les phénomènes mécaniques et électriques interchangeable.

23. Correction de l'activité de l'annexe L

Question 1 — Protocole. Mesurer r à l'ohmmètre, bobine déconnectée et circuit hors tension. Monter ensuite en série le GBF, R et la bobine. Avec le montage de l'étudiant, EA0 mesure la tension aux bornes de l'ensemble R -bobine et EA1 celle de la bobine ; les références sont communes. Choisir une tension compatible avec le matériel et une demi-période nettement supérieure à la constante de temps, puis enregistrer les deux signaux avec suffisamment de points dans le transitoire. Le courant s'obtient par $i = (EA0 - EA1)/R$, et non par $EA1/r$ pendant le transitoire. Capacités : s'approprier, analyser/raisonner, communiquer le protocole.

Question 2 — Équation. Pour la source idéale stabilisée de cette question, $E = Ri + ri + L \frac{di}{dt}$. Ainsi $\frac{di}{dt} + [(R + r)/L]i = E/L$, avec $A = (R + r)/L$ et $B = E/L$. Le régime permanent est $i_\infty = E/(R + r)$ et la constante de temps $\tau = L/(R + r)$. Capacités : analyser/raisonner et communiquer avec les unités et conventions.

Question 3 — Réalisation. Régler $R = r$, faire contrôler le montage puis enregistrer montée et décroissance. En régime permanent, EA1 représente ri , donc vaut la moitié d'EA0 si $R = r$. Le relevé présente bien un transitoire exponentiel ; une valeur élevée du coefficient de corrélation ne remplace cependant ni la vérification du branchement ni celle du modèle. Capacités : réaliser, valider et communiquer les mesures.

Question 4 — Exploitation. L'annotation donne $r = 135 \, \Omega$ et l'ajustement $\tau = 1,422 \times 10^{-3} \, \text{s}$. Dans le circuit réel, la résistance interne de $50 \, \Omega$ du GBF doit être ajoutée :

$$L = \tau(R + r + R_{\text{int}}) = 1,422 \times 10^{-3} \times (135 + 135 + 50) \approx 0,455 \, \text{H}.$$

Le calcul manuscrit $2\tau \approx 0,384 \, \text{H}$ omet R_{int} ; il ne convient donc pas à l'exploitation demandée.

Capacités : réaliser une lecture et un calcul, valider le modèle, communiquer le résultat avec son unité. La précision affichée du logiciel ne signifie pas que tous les paramètres sont connus à cette précision.

24. Pourquoi EA0 n'est-elle pas un créneau parfait ?

Le GBF se modélise par une source idéale en série avec R_{int} . Sa tension de sortie est $u_{EA0} = E_{GBF} - R_{int} i(t)$. Le courant de la bobine varie progressivement ; la chute de tension interne varie donc elle aussi, ce qui arrondit la tension mesurée en EA0. La tension interne idéale reste un créneau, mais ce n'est pas celle que l'interface mesure sous charge. La même résistance interne intervient dans la constante de temps précédente.

25. Lecture de l'oscillogramme triangulaire

Avec les polarités du dessin, la voie 2 mesure $u_{CD} = Ri$ et la voie 1 $u_{AD} = -ri - L di/dt$. En négligeant r devant $R = 1\,000\,\Omega$, on obtient $u_1 \approx -(L/R) du_2/dt$. Une rampe montante donne donc un palier négatif en voie 1 ; une rampe descendante donne un palier positif.

Sur la simulation, la tension triangulaire monte d'environ **trois divisions**, soit 6 V, en **une division horizontale**, soit 1 ms. Le palier de voie 1 a une amplitude d'environ **1,5 division**, soit 30 mV. Par conséquent :

$$L \approx R |u_1| / |du_2/dt| = 1\,000 \times 0,030 / (6/0,001) = 0,005\,H = 5\,mH.$$

Il s'agit d'une lecture graphique approximative de cette simulation. Elle ne doit pas être forcée à retrouver 0,455 H : ce second exercice fournit un autre oscillogramme. Si r n'est pas négligeable, il faut employer $u_1 + (r/R)u_2$ dans la relation et les paliers ne sont plus parfaitement constants.

Partie 5 — Répéter une expérience aléatoire

26. Cinq automatismes, avec réponses

- Écrire 10 % comme nombre décimal : **0,1**.
- Une bouteille est contaminée avec probabilité 0,1. Quelle est la probabilité contraire ? **0,9**.
- Pour deux tirages indépendants, calculer la probabilité de deux bouteilles non contaminées : **$0,9^2 = 0,81$** .
- Traduire « au moins une » dans un groupe de trois : **une, deux ou trois**, et non exactement une.
- Si $P(A) = 0,73$, donner $P(\text{non } A)$: **0,27**.

27. Correction de l'activité

On note C « bouteille contaminée » et N « bouteille non contaminée ». Dans le modèle de tirages aléatoires avec remise, chaque nœud de l'arbre donne deux branches : **C, de poids 0,1**, et **N, de poids 0,9**. On reproduit ces branches à chacun des trois niveaux. Les probabilités terminales, obtenues en multipliant les poids, sont :

Chemin	Probabilité
CCC	0,001
CCN, CNC ou NCC	0,009 pour chaque chemin

Chemin	Probabilité
CNN, NCN ou NNC	0,081 pour chaque chemin
NNN	0,729

Ces huit chemins totalisent 1. La probabilité qu'aucune bouteille ne soit contaminée vaut $0,9^3 = 0,729$, soit 72,9 %. L'événement contraire contient tous les chemins comportant au moins un C : **P(au moins une) = $1 - 0,729 = 0,271$** , soit **27,1 %**. Additionner trois fois 0,1 compterait plusieurs fois certains cas.

28–29. Question ouverte et entrée dans la recherche

Énoncé possible : « Un vigneron teste au hasard trois bouteilles successivement avec remise. Chaque bouteille a une probabilité de 0,1 d'être contaminée. Quel est le risque de trouver au moins une bouteille contaminée ? Proposez une démarche et justifiez votre résultat. »

Pour les élèves bloqués, faire d'abord représenter un tirage par dix jetons, dont un de couleur différente, puis répéter trois tirages avec remise. Demander d'énumérer quelques résultats possibles avant de proposer un arbre incomplet. Une seconde aide peut faire chercher l'événement contraire, sans annoncer 0,729. Une mise en commun compare simulation et calcul exact : un petit nombre d'essais donne une fréquence fluctuante, pas une preuve de la probabilité. Retirer ensuite les aides afin que les élèves rédigent seuls le raisonnement et sa conclusion.