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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + Physique, veuillez visiter :
bac-maths-physique.fr/annales-sujets-et-corriges

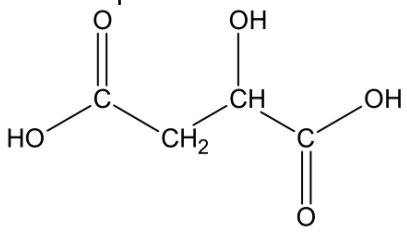
Septembre 2023 Métropole Jour 2 **Correction ©** **https://labolycee.org**

EXERCICE 1 – JUSTE UNE IMPRESSION GUSTATIVE ? (9 points)

1. Étude de l'acidité d'un jus de pomme Granny Smith

Données :

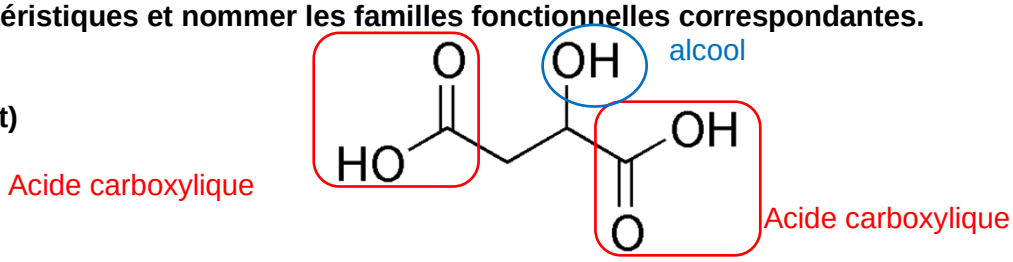
- formule semi-développée de l'acide malique :



- l'acide malique $C_4H_6O_5$ est un diacide que l'on notera H_2A ;
- masse molaire de l'acide malique : $M(H_2A) = 134{,}0\ g{\cdot}mol^{-1}$;
- valeurs des pK_A à 25 °C des couples acide-base associés à l'acide malique :
  - $H_2A\ (aq)\ /\ HA^-\ (aq)$: $pK_{A1} = 3{,}5$;
  - $HA^-\ (aq)\ /\ A^{2-}\ (aq)$: $pK_{A2} = 5{,}1$.

Q1. Représenter la formule topologique de la molécule d'acide malique, puis entourer les groupes caractéristiques et nommer les familles fonctionnelles correspondantes.

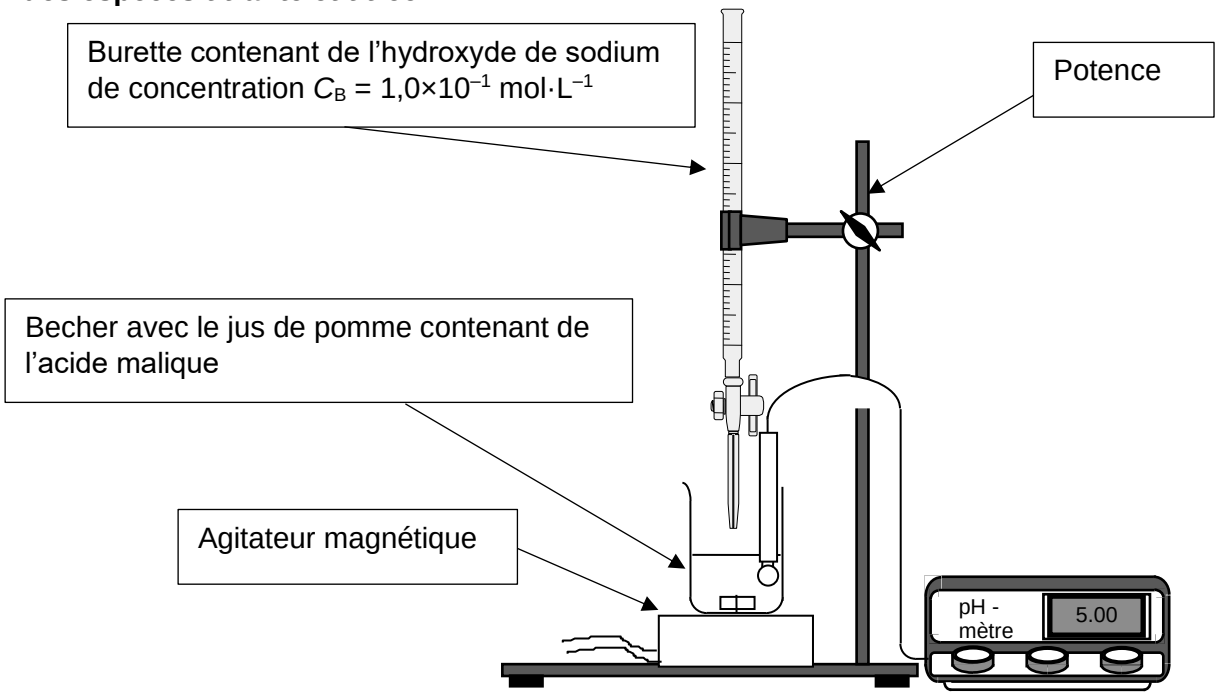
(0,75pt)



On souhaite déterminer la concentration en masse d'acide malique dans le jus de pomme étudié. Pour cela on réalise un titrage, avec suivi pH-métrique, d'un volume $V_A = 20{,}0$ mL de ce jus par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 1{,}0\times10^{-1}\ mol{\cdot}L^{-1}$.

Q2. Schématiser et légender le montage permettant de réaliser ce titrage, en indiquant le nom et la position des espèces titrante et titrée.

(0,5 pt)



La courbe obtenue lors du titrage de l'acide malique dans le jus de pomme Granny Smith est donnée en figure 1.

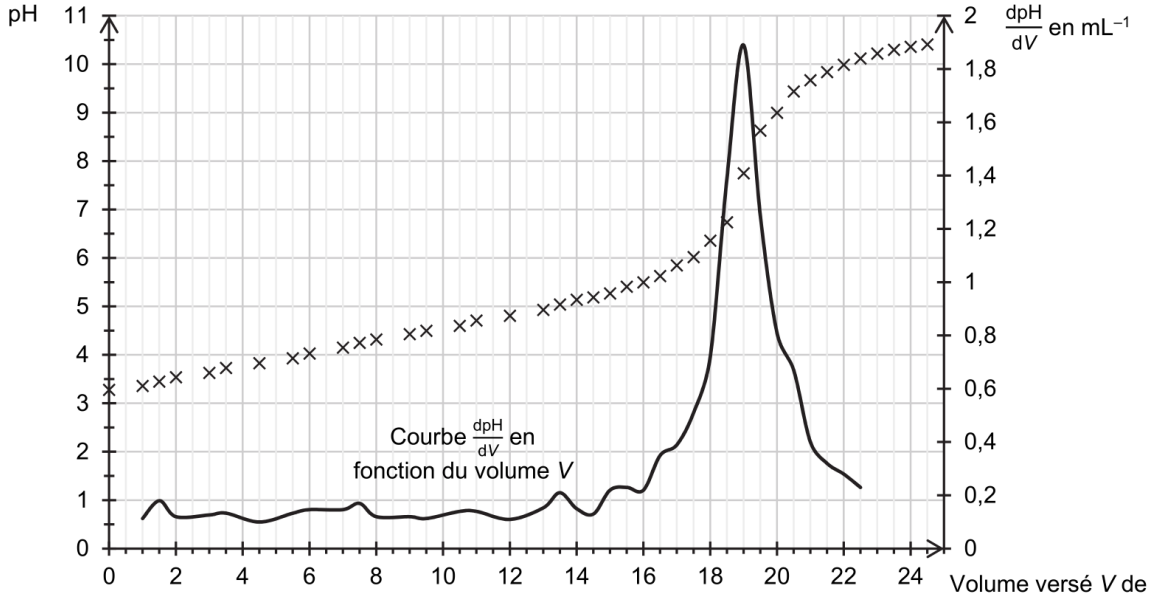
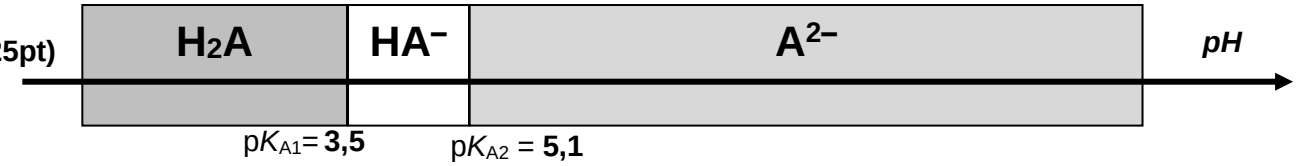


Figure 1. Courbe de titrage par suivi pH-métrique

Q3. Établir le diagramme de prédominance des différentes formes acide-base associées à l'acide malique.

(0,25pt)



Q4. Déterminer graphiquement le pH de la solution à la fin du titrage. Identifier alors, parmi les deux équations proposées ci-dessous, la réaction support du titrage :

(1) $H_2A\ (aq) + HO^-\ (aq) \rightarrow HA^-\ (aq) + 2\ H_2O(\ell)$

(2) $H_2A\ (aq) + 2\ HO^-\ (aq) \rightarrow A^{2-}\ (aq) + 2\ H_2O\ (\ell)$

Sur la figure 1, on lit que *pH* = 10,5 à la fin du titrage.

Ainsi *pH* > pK_{A2}, donc A^{2-} prédomine et la réaction support du titrage est la (2) car elle montre bien A^{2-} du coté des produits.

De plus en début de titrage pH = 3,3 < pK_{A1} donc c'est H_2A qui prédomine, on le voit coté réactifs.

(0,75pt) Q5. Montrer que la concentration en masse d'acide malique dans le jus de pomme étudié est de 6,4 g·L⁻¹.

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de la réaction (2).

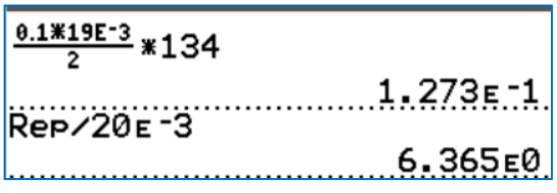
On a $n_{H_2A}initiale = \dfrac{n_{HO^-}}{2} versée$

$$\frac{m_{H_2A}}{M(H_2A)} = \frac{C_B.V_E}{2}$$

$$m_{H_2A} = \frac{C_B.V_E}{2}.M(H_2A)$$

Sur la figure 1, on détermine le volume équivalent, c'est le volume pour lequel $\dfrac{dpH}{dV}$ est maximale, on lit V_E = 19,0 mL.

$$m_{H_2A} = \frac{1{,}0\times10^{-1}\times19{,}0\times10^{-3}}{2}\times134{,}0 = 0{,}1273\ \text{g}$$



La concentration en masse est $C_A = \dfrac{m_{H_2A}}{V_A}$.

$$C_A = \frac{0{,}1273}{20{,}0\times10^{-3}} = 6{,}4\ \text{g.L}^{-1}$$

2. Dosage du glucose dans le jus de pomme Granny Smith

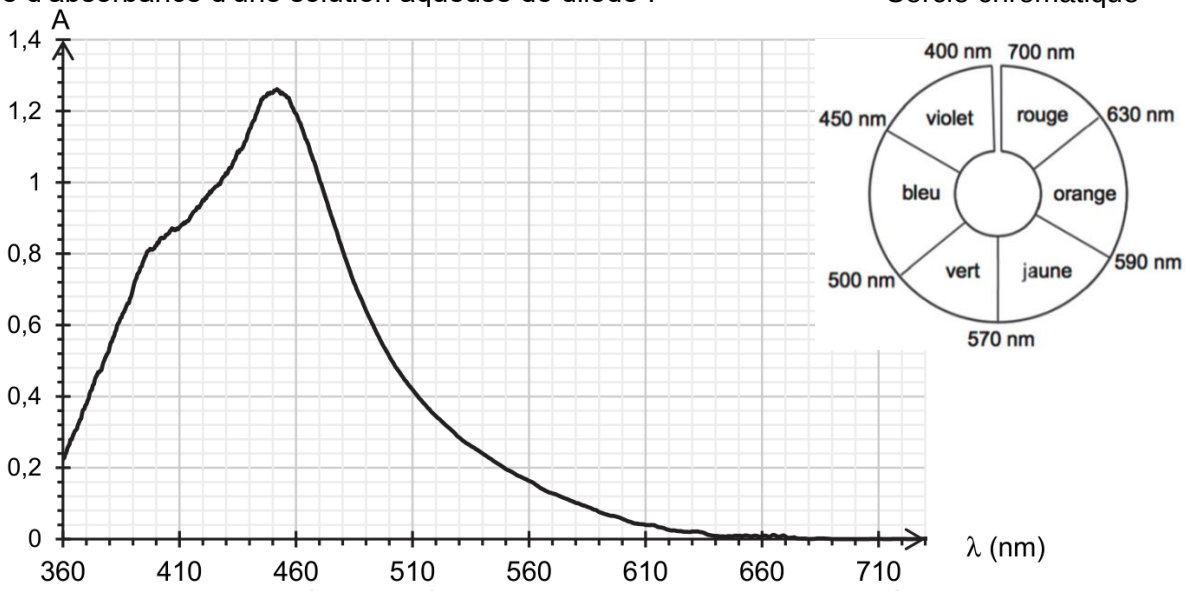
Une pomme contient différents sucres, notamment le glucose de formule brute $C_6H_{12}O_6$. Dans cette partie, on souhaite doser le glucose présent dans le jus de pomme Granny Smith identique à celui de la partie 1.

Données :

- protocole expérimental :
  - introduire 10,0 mL de jus de pomme dans une fiole jaugée de 50 mL, puis compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. On obtient la solution nommée S_0 ;
  - introduire, dans un bécher, 10,0 mL de solution S_0 , puis ajouter 20,0 mL d'une solution aqueuse de diiode, de concentration $[I_2] = 5{,}0\times10^{-2}$ mol·L^{-1}, et une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium jusqu'à obtenir un volume $V_1 = 75{,}0$ mL. Mettre sous agitation pendant 60 minutes. On appelle S_1 la solution obtenue.
- on modélise la transformation ayant lieu dans la solution S_1, supposée totale, par la réaction d'équation :

$$I_2(aq) + 3\ HO^-(aq) + C_6H_{12}O_6(aq) \longrightarrow C_6H_{11}O_7^-(aq) + 2\ H_2O(\ell) + 2\ I^-(aq)$$

- une solution aqueuse de diiode est de couleur jaune-brun et les autres espèces présentes sont incolores en solution aqueuse ;
- masse molaire du glucose : $M(C_6H_{12}O_6) = 180{,}2$ g·mol^{-1} ;
- spectre d'absorbance d'une solution aqueuse de diiode : Cercle chromatique



(0,5pt) Q6. Montrer que la quantité de matière de diiode $n_0(I_2)$ initialement présente dans la solution S_1 est proche de $1{,}0\times10^{-3}$ mol.

$n_0(I_2) = [I_2]\ .\ V$

$n_0(I_2) = 5{,}0\times10^{-2} \times 20{,}0 \times10^{-3} = 1{,}0\times10^{-3}$ mol

(0,5pt)Q7. Sachant que le glucose est le réactif limitant de la réaction ayant lieu dans la solution S_1, montrer que la relation entre la quantité de matière finale de diiode $n_f(I_2)$, la quantité de matière initiale de glucose $n_0(C_6H_{12}O_6)$ et la quantité de matière initiale de diiode $n_0(I_2)$, est : $n_0(C_6H_{12}O_6) = n_0(I_2) - n_f(I_2)$

$n_0(I_2) = n(I_2)_{consommé} + n_f(I_2)$

Le diiode I_2 est en partie consommé par le glucose.

$n(I_2)_{consommé} = n_{C_6H_{12}O_6\,consommé}$

$n_0(I_2) = n_{C_6H_{12}O_6\,consommé} + n_f(I_2)$

Le glucose, réactif limitant, est entièrement consommé donc $n_0(C_6H_{12}O_6) = n_{C_6H_{12}O_6\,consommé}$

$n_0(I_2) = n_0(C_6H_{12}O_6) + n_f(I_2)$

$n_0(C_6H_{12}O_6) = n_0(I_2) - n_f(I_2)$

On veut déterminer la quantité de matière $n_f(I_2)$ dans la solution S_1 à l'aide d'un dosage spectrophotométrique selon le protocole décrit ci-dessous.

- Diluer la solution S_1 d'un facteur 10, on obtient la solution S_2.
- Préparer 6 solutions étalons de concentrations connues en diiode I_2 et en mesurer l'absorbance à la longueur d'onde appropriée ; les mesures sont reportées sur le graphe de la figure A1 de l'**ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE**.
- Mesurer l'absorbance de la solution S_2 à la même longueur d'onde.

On mesure une valeur d'absorbance A = 0,619 pour la solution S_2.

Q8. Justifier la couleur de la solution aqueuse de diiode.

Le sujet indique que la solution de diiode est de couleur jaune-brun.
C'est donc qu'elle absorbe une lumière de couleur complémentaire que l'on peut lire diamétralement opposée sur le cercle chromatique. Elle absorbe du violet-bleu.
Cela est confirmé par le spectre d'absorbance d'une solution aqueuse de diiode qui montre qu'elle absorbe plus fortement une lumière de longueur d'onde λ_{max} = 450 nm.

(1,25pt) Q9. En utilisant et en complétant la figure A1 de l'ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE, montrer que $n_f(I_2)$ dans la solution S_1 est de l'ordre de 7×10^{-4} mol.

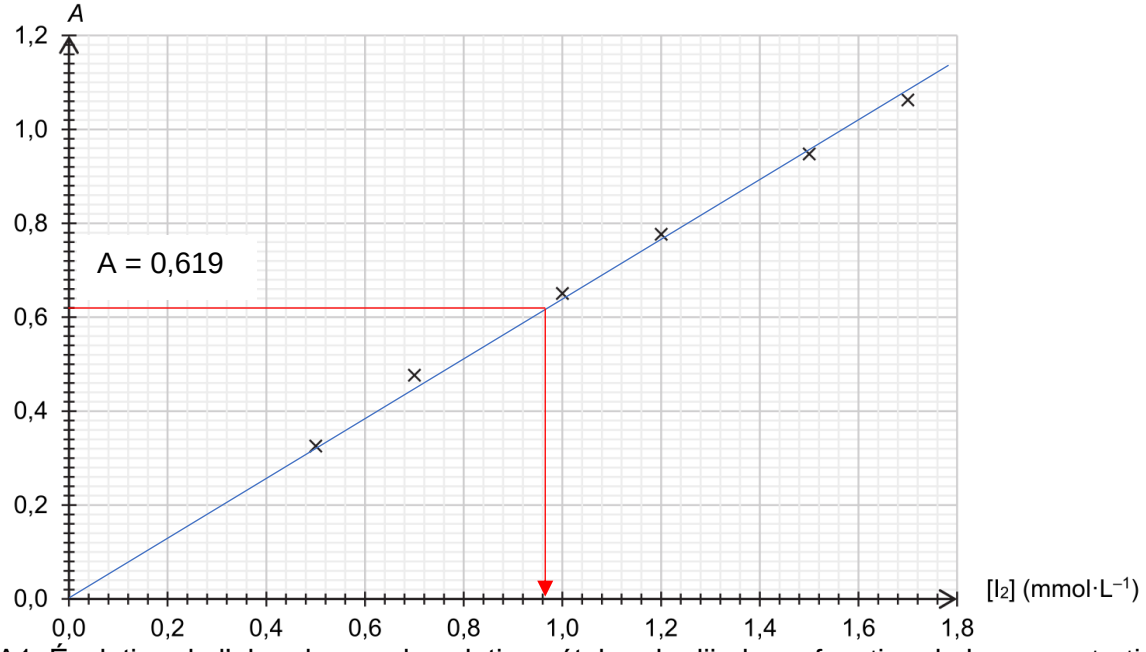


Figure A1. Évolution de l'absorbance de solutions étalon de diiode en fonction de la concentration

D'après la loi de Beer-Lambert ; l'absorbance est proportionnelle à la concentration : $A = k.[I_2]$.
On trace la droite moyenne passant par l'origine et au plus près de tous les points expérimentaux.
On lit l'abscisse du point d'ordonnée A = 0,619, $[I_2]$ = 0,97 mmol.L^{-1} = $9,7\times10^{-4}$ mol.L^{-1}.
Cette concentration est celle mesurée dans la solution S_2.
La solution S_1 est dix fois plus concentrée, donc $[I_2]_{S1} = 9,7\times10^{-3}$ mol.L^{-1}.
La solution S_1 possède un volume V_1 = 75,0 mL.
Elle contenait $n_f(I_2) = [I_2]_{S1} \,.\, V_1$
$n_f(I_2) = 9,7\times10^{-3} \times 75,0\times10^{-3} = 7,3\times10^{-4}$ mol
Cette valeur est bien de l'ordre annoncé soit 7×10^{-4} mol.

(1,25pt) Q10. Déterminer alors la concentration en masse de glucose contenu dans le jus de pomme étudié. *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 doit être correctement présentée.*

$n_0(C_6H_{12}O_6) = n_0(I_2) - n_f(I_2)$
$n_0(C_6H_{12}O_6) = 1,0\times10^{-3} - 0,7\times10^{-3} = 0,3\times10^{-3}$ mol était présent dans V = 10,0 mL de solution S_0.

$$c(S_0) = \frac{n_0(C_6H_{12}O_6)}{V}$$

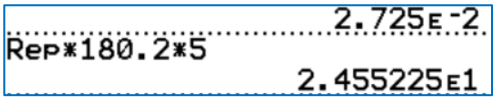
$$c(S_0) = \frac{0,3\times10^{-3}}{10,0\times10^{-3}} = 3\times10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$ (sans arrondir $2,75\times10^{-2}$ mol.L^{-1})

Soit une concentration en masse $c_m(S_0) = c(S_0).M(C_6H_{12}O_6)$

$$c_m(S_0) = 3\times10^{-2}\text{mol.L}^{-1}\times180,2\text{ g.mol}^{-1} = 5,4\text{ g.L}^{-1}$$

La solution S_0 contenait 10,0 mL de jus de pomme dans une fiole jaugée de 50 mL.
Cette solution était du jus de pomme dilué d'un facteur 5.
Ainsi la concentration en masse du jus de pomme est cinq fois plus grande que celle de S_0.
$c_m = 5\ c_m(S_0)$
$c_m = 5\times 5,4 = 27\text{ g.L}^{-1}$

Sans aucun arrondi sur $n_0(C_6H_{12}O_6)$, on obtient $c_m = 25\text{ g.L}^{-1}$



3. Perception en bouche d'un jus de pomme

En plus du glucose, le saccharose est un autre sucre présent dans le jus de pomme ; il contribue également à la perception du goût sucré. La teneur en saccharose est évaluée en degré Brix (°B) : un degré Brix équivaut à 1 g de saccharose dans 100 g de solution.
Pour évaluer la perception en bouche d'un jus de pomme, un des critères utilisés par les industriels est le rapport *R*, sans dimension, entre sa teneur en saccharose évaluée en degré Brix et son titre massique d'acide malique, noté t_m. Pour la majorité des consommateurs, on considère que l'équilibre entre les saveurs acides et sucrées est satisfaisant si ce rapport *R* est compris entre 30 et 40.

Données :

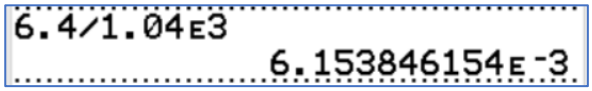
- $R = \frac{°B}{t_m}$ avec °B le degré Brix et t_m le titre massique en acide malique exprimé en pourcentage.
- résultats obtenus pour des jus de plusieurs variétés de pomme :

Variétés des pommes	C_m : concentration en masse d'acide malique ($g\cdot L^{-1}$)	Degré Brix (°B)	*R*
Granny Smith	6,4	12,0	
Pink Lady	5,2	13,0	25
Chantecler	4,5	12,7	28
Golden	3,5	12,9	37
Royal Gala	2,5	12,7	51

(0,75pt) Q11. Déterminer, en pourcentage, le titre massique t_m d'acide malique dans le jus de pomme Granny Smith sachant que la masse volumique de ce jus de pomme est de $1,04\times10^3\ g\cdot L^{-1}$. Vérifier que le rapport *R* pour ce jus de pomme est inférieur à 25.

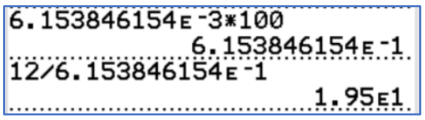
En Q5, on a trouvé une concentration en masse d'acide malique de $C_A = 6,4\text{ g.L}^{-1}$.
Le titre massique est défini comme étant égal au rapport de la masse d'acide malique par la masse de jus de pomme.

$$t_m = \frac{m_{acide}}{m_{jus}} = \frac{C_A.V_{jus}}{\rho.V_{jus}} = \frac{C_A}{\rho}$$



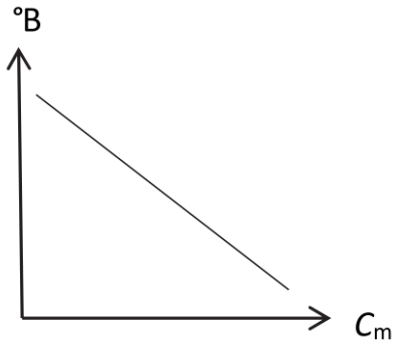
$$t_m = \frac{6,4}{1,04\times10^3} = 6,2\times10^{-3} = 0,62\%$$

$$R = \frac{°B}{t_m}$$

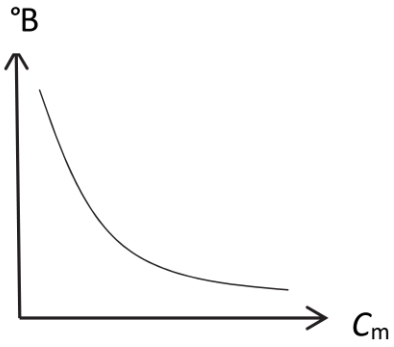


$$R = \frac{12,0}{0,62} = 20 < 25$$ ainsi l'équilibre entre les saveurs acides et sucrées est satisfaisant.

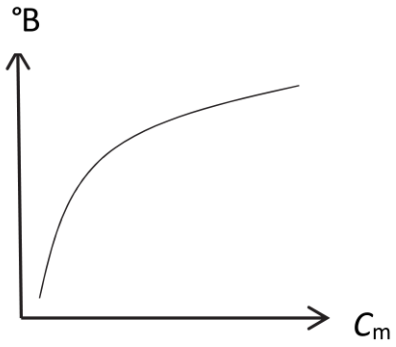
(0,5pt) Q12. Choisir en justifiant, parmi les trois représentations graphiques A, B et C ci-dessous de °B = f(C_m), celle(s) qui pourrai(en)t traduire l'affirmation indiquée en début d'exercice : « Lors de leur dégustation, certaines semblent plus acides que d'autres, entraînant une sensation moins sucrée en bouche. »



Représentation A



Représentation B



Représentation C

Si °B diminue alors la sensation sucrée est moins forte.
Si C_m augmente alors la sensation acide est plus marquée.
Ainsi on cherche une représentation pour laquelle quand C_m augmente alors °B diminue.
Les représentations A et B conviennent.

Les résultats du tableau des analyses de différentes variétés de pomme sont reportés sur le graphe de la figure A2 de l'**ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE**.

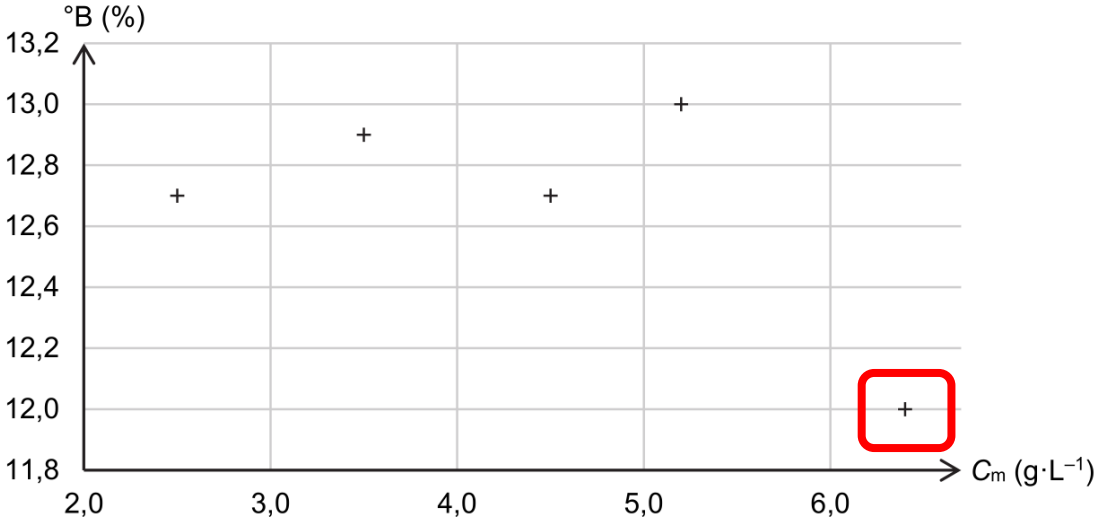


Figure A2. Évolution du degré Brix en fonction de la concentration en masse d'acide malique, notée C_m , pour des jus de variétés différentes de pomme.

(0,25pt) Q13. Entourer sur le graphe de la figure A2 de l'ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE la mesure correspondant à la variété « Granny Smith ».
Pour la variété Granny smith, on a C_m = 6,4 g.L^{-1} et °B = 12,0.

(0,5pt) Q14. Commenter ce graphique au regard de l'existence potentielle d'un lien entre les teneurs °B et C_m étudiées et l'impression gustative laissée en bouche.
La représentation graphique ne montre aucun lien entre °B et C_m.
Elle ne ressemble à aucun des représentations vues en Q12.
Il semble qu'il n'y ait pas de lien entre la sensation sucrée et l'acidité.

Si vous pensez avoir repéré une erreur, merci de nous la signaler par email labolycee@labolycee.org .

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.