**Septembre 2023 Métropole Jour 2 Correction ©** [**https://labolycee.org**](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 C4H6O5 est un diacide que l’on notera H2A ;
* masse molaire de l’acide malique : M(H2A) = 134,0 g·mol–1 ;
* valeurs des p*K*A à 25 °C des couples acide-base associés à l’acide malique :
* H2A (aq) / HA– (aq) : p*K*A1 = 3,5 ;
* HA– (aq) / A2– (aq) : p*K*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.**

 alcool

**(0,75pt)**

Acide carboxylique

 Acide carboxylique

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 = 1,0×10–1 mol·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.**

Burette contenant de l’hydroxyde de sodium de concentration *C*B = 1,0×10–1 mol·L–1

Potence

**(0,5 pt)**

Becher avec le jus de pomme contenant de l’acide malique

5.00

pH -

mètre

Agitateur magnétique

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



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

**A2–**

**H2A**

**HA–**

***pH***

p*K*A1=**3,5**

p*K*A2 = **5,1**

**(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) H2A (aq) + HO– (aq) → HA– (aq) + 2 H2O(ℓ)

(2) H2A (aq) + 2 HO– (aq) → A2– (aq) + 2 H2O (ℓ)

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

Ainsi *pH* > p*K*A2, donc A2– prédomine et la réaction support du titrage est la (2) car elle montre bien A2– du coté des produits.

*De plus en début de titrage pH = 3,3 < pKA1 donc c’est H2A 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 





Sur la figure 1, on détermine le volume équivalent, c’est le volume pour lequel  est maximale, on lit *V*E = 19,0 mL.



La concentration en masse est .



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

Une pomme contient différents sucres, notamment le glucose de formule brute C6H12O6. 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 S0 ;
* introduire, dans un bécher, 10,0 mL de solution S0 , puis ajouter 20,0 mL d’une solution aqueuse de diiode, de concentration [I2] = 5,0×10–2 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 S1 la solution obtenue.
* on modélise la transformation ayant lieu dans la solution S1, supposée totale, par la réaction d’équation :

I2(aq) + 3 HO–(aq) + C6H12O6(aq) ⟶ C6H11O7–(aq) + 2 H2O(ℓ) + 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*(C6H12O6) = 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 n0(I2) initialement présente dans la solution S1 est proche de 1,0×10–3 mol.**

*n*0(I2) = [I2] . *V*

*n*0(I2) = 5,0×10–2 × 20,0 ×10–3 = 1,0×10–3 mol

**(0,5pt)Q7. Sachant que le glucose est le réactif limitant de la réaction ayant lieu dans la solution S1, montrer que la relation entre la quantité de matière finale de diiode *n*f(I2), la quantité de matière initiale de glucose *n*0(C6H12O6) et la quantité de matière initiale de diiode *n*0(I2), est :
*n*0(C6H12O6) = *n*0(I2)− *n*f(I2)**

*n*0(I2) =  + *n*f(I2)

Le diiode I2 est en partie consommé par le glucose.



*n*0(I2) =  + *n*f(I2)

Le glucose, réactif limitant, est entièrement consommé donc *n*0(C6H12O6) = 

*n*0(I2) = *n*0(C6H12O6) + *n*f(I2)

*n*0(C6H12O6) = *n*0(I2)− *n*f(I2)

On veut déterminer la quantité de matière *n*f(I2) dans la solution S1 à l’aide d’un dosage spectrophotométrique selon le protocole décrit ci-dessous.

* + Diluer la solution S1 d’un facteur 10, on obtient la solution S2.
	+ Préparer 6 solutions étalons de concentrations connues en diiode I2 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 S2 à la même longueur d’onde.

On mesure une valeur d’absorbance A = 0,619 pour la solution S2.

**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 λmax = 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(I2) dans la solution S1 est de l’ordre de 7×10–4 mol.**



A = 0,619

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*.[I2].

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, [I2] = 0,97 mmol.L-1 = 9,7×10–4 mol.L-1.

Cette concentration est celle mesurée dans la solution S2.

La solution S1 est dix fois plus concentrée, donc [I2]S1 = 9,7×10–3 mol.L-1.

La solution S1 possède un volume *V*1 = 75,0 mL.

Elle contenait *n*f(I2) = [I2]S1 . *V*1

*n*f(I2) = 9,7×10–3× 75,0×10–3 = 7,3×10–4 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(C6H12O6) = *n*0(I2)− *n*f(I2)

*n*0(C6H12O6) = 1,0×10–3 – 0,7×10–3 = 0,3×10–3 mol était présent dans *V* = 10,0 mL de solution S0.



 = 3×10–2 mol.L-1 (sans arrondir 2,75×10–2 mol.L-1)

Soit une concentration en masse 

  = 5,4 g.L-1

La solution S0 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 S0.

*c*m = 5 *c*m(S0)

*c*m = 5× 5,4 = 27 g.L-1



Sans aucun arrondi sur *n*0(C6H12O6), on obtient *c*m = 25 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·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 1,04×103 g·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 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.







 < 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 .