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 STL, veuillez visiter :
bacstl.fr/annales-sujets-et-corriges

BAC STL • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Sciences et technologies de laboratoire

Session 2022 • Code sujet : **22-TLSPCLME1** • Durée : **3 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. La molécule d’acide ascorbique (16 questions) **Page 3**

2. Teneur en vitamine C d’un jus d’orange (12 questions) **Page 8**

3. Régulation de la température du jus d’orange (10 questions) **Page 13**

4. Mesure du niveau de jus d’orange dans une cuve (7 questions) **Page 17**

5. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 20**

Sujet officiel (PDF) : https://bacstl.fr/assets/annales/bac-stl/Sciences physiques et chimiques en laboratoire/2022/Bac STL - Sciences physiques et chimiques en laboratoire - Session 2022 - 3-Sujet.pdf

1. La molécule d’acide ascorbique

Cette partie étudie la synthèse de l’acide ascorbique à partir du D-glucose et les propriétés de ses stéréoisomères. Elle mobilise aussi des notions d’optique, dont la réfraction, la polarisation de la lumière et le fonctionnement d’un polarimètre.

Question 1.1. À partir de la formule semi-développée fournie, nommer la fonction chimique entourée dans la molécule d’acide L-ascorbique.

Le groupe entouré est un **ester cyclique**, appelé lactone.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fonction ester cyclique, ou lactone.

Question 1.2. À partir du schéma des étapes de synthèse, nommer la fonction chimique qui disparaît et celle qui apparaît lors de l’étape 1.

À l’étape 1, le groupe aldéhyde du D-glucose est transformé en groupe alcool primaire dans le D-sorbitol.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La fonction aldéhyde disparaît ; une fonction alcool apparaît.

Question 1.3. Choisir, parmi oxydation, estérification, hydrolyse et saponification, le nom de la réaction de l’étape 4 entre la fonction acide carboxylique et une fonction alcool.

La réaction entre une fonction acide carboxylique et une fonction alcool, qui forme un ester, est une estérification.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Estérification.

Question 1.4. Nommer l’espèce produite en même temps que l’acide ascorbique lors de l’étape 4.

Lors de cette estérification, une molécule d’eau est également formée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> De l’eau.

Question 1.5. À partir de la production annuelle mondiale de 80 000 tonnes d'acide ascorbique et de sa masse molaire fournie, déterminer la quantité de matière produite annuellement.

La masse annuelle est de 80 000 t = $8{,}00 \times 10^{10}$ g. Avec $n = m/M$ et $M = 176$ g·mol^{-1}, on obtient $n_a = 8{,}00 \times 10^{10}/176 = 4{,}55 \times 10^{8}$ mol.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n_a \approx 4{,}5 \times 10^{8}$ mol par an.

Question 1.6. Sachant qu'une mole de glucose produit une mole d'acide ascorbique et que le rendement de synthèse est de 60 %, déterminer la masse de glucose nécessaire à la production annuelle indiquée.

Avec un rendement de 0,60, il faut engager $n_G = n_a/0{,}60$ moles de glucose. Ainsi, $m_G = (8{,}00 \times 10^{10}/176)/0{,}60 \times 180 = 1{,}36 \times 10^{11}$ g.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $m_G \approx 1{,}36 \times 10^{8}$ kg.

Question 1.7. Recopier la formule de l'acide L-ascorbique, marquer d'une étoile chaque carbone asymétrique et en déduire le nombre de stéréoisomères de configuration de la molécule.

Sur la formule, marquer les deux carbones asymétriques : le carbone *CH* portant un groupe *OH* dans la chaîne latérale et le carbone *CH* tétraédrique du cycle. Avec deux centres asymétriques, le nombre de configurations est 2^2.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Deux carbones asymétriques ; quatre stéréoisomères de configuration.

Question 1.8. À l'aide des formules des acides L-ascorbique et D-ascorbique, justifier que ces deux molécules sont des énantiomères.

Les deux molécules ont la même constitution, mais les configurations de leurs deux carbones asymétriques sont inversées. Elles sont images l'une de l'autre dans un miroir et ne sont pas superposables.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les acides L-ascorbique et D-ascorbique sont énantiomères.

Question 1.9. Justifier que les acides L-ascorbique et D-ascorbique ne peuvent pas être différenciés par leur spectre infrarouge.

Les deux énantiomères ont les mêmes liaisons et les mêmes groupes fonctionnels. Ils absorbent donc les mêmes fréquences infrarouges et ne se distinguent pas par leur spectre IR.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Leurs spectres infrarouges sont identiques.

Question 1.10. Définir l'indice de réfraction en formulant une phrase qui utilise la notion de célérité.

L'indice de réfraction d'un milieu est le rapport entre la célérité de la lumière dans le vide et sa célérité dans ce milieu : $n = c/v$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> n = célérité dans le vide / célérité dans le milieu.

Question 1.11. Déterminer si le doublet de raies D du sodium appartient au spectre visible et justifier à l'aide du spectre fourni.

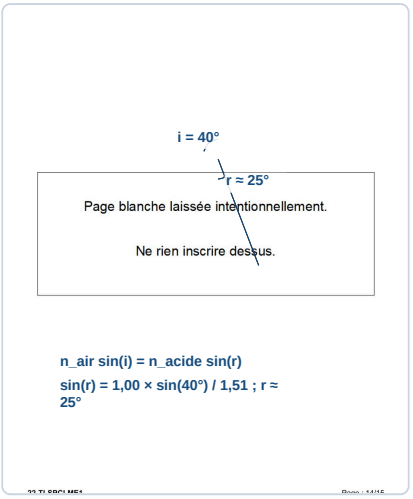
Le doublet D est situé vers 589 nm sur le spectre fourni, dans l'intervalle visible représenté, d'environ 400 à 750 nm.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui, le doublet D appartient au spectre visible.

Question 1.12. Compléter le document-réponse : repérer l'angle incident et en donner la mesure à l'aide du cercle gradué, calculer l'angle de réfraction en détaillant le calcul, tracer le rayon réfracté et repérer cet angle.

La lecture du cercle gradué donne $i = 40°$. La loi de Snell-Descartes donne $n_{air} \sin i = n_{acide} \sin r$. Donc $\sin r = 1{,}00 \times \sin(40°)/1{,}51$ et $r \approx 25{,}2°$. Le rayon réfracté se rapproche de la normale en entrant dans l'acide.

Document-réponse complété : réfraction



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $i = 40°$; $r \approx 25°$.

Question 1.13. Déterminer si la mesure de l'indice de réfraction permet de distinguer les acides L-ascorbique et D-ascorbique, et justifier à partir des données fournies.

Les deux molécules ont le même indice de réfraction, $n_D^{25} = 1{,}5101$. Cette mesure ne permet donc pas de les différencier.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Non : leur indice de réfraction est identique, 1,5101.

Question 1.14. Donner la nature physique des ondes lumineuses.

La lumière est une onde électromagnétique.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Onde électromagnétique.

Question 1.15. Indiquer l'état de polarisation de la lumière à l'étape b du schéma du polarimètre.

Après le polariseur, à l'étape b, la lumière est polarisée rectilignement.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Lumière polarisée rectilignement.

Question 1.16. Indiquer ce qui est observé à l’étape d du polarimètre si la cuve contient un mélange racémique et justifier la réponse.

Dans un mélange racémique, les pouvoirs rotatoires opposés des deux énantiomères se compensent. La solution n’a donc pas d’effet optique global ; avec le polariseur et l’analyseur croisés, aucune lumière n’émerge.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> À l’étape d, on observe l’obscurité.

2. Teneur en vitamine C d’un jus d’orange

Cette partie vise à déterminer la teneur en vitamine C d’un jus d’orange pressé. Elle examine pourquoi un titrage acido-basique ne convient pas, puis étudie un titrage indirect d’oxydoréduction utilisant le diiode, le thiosulfate et l’amidon.

Question A1. Établir l’équation de la réaction entre l’acide ascorbique AH(aq) et les ions hydroxyde HO^-(aq), à partir des couples acido-basiques fournis.

Dans le couple AH(aq)/A^-(aq), AH cède un proton H^+. L’ion hydroxyde HO^-, base du couple $H_2O(\ell)$/HO^-(aq), capte ce proton et forme de l’eau. Il se forme simultanément l’ion ascorbate A^-. Les deux échanges étant dans un rapport stœchiométrique 1:1, l’équation est équilibrée en atomes et en charges.

✓ RÉPONSE À RETENIR

AH(aq) + HO^-(aq) → A^-(aq) + $H_2O(\ell)$

Question A2. Exprimer le quotient de réaction Qr à l’équilibre en fonction des concentrations à l’équilibre des réactifs et des produits de la réaction.

AH(aq) + HO^-(aq) ⇌ A^-(aq) + $H_2O(\ell)$

Le quotient de réaction est le rapport des concentrations des produits sur celles des réactifs, chacune élevée à son coefficient stœchiométrique. L’eau étant un liquide pur, elle n’apparaît pas dans l’expression. On écrit donc le rapport avec les concentrations à l’équilibre de A^-, AH et HO^-.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$$Q_{r,éq} = \frac{[A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}[HO^-]_{éq}}$$

Question A3. Donner les expressions de la constante d’acidité Ka1 et du produit ionique de l’eau Ke, puis montrer que la constante d’équilibre de la réaction vérifie K = Ka1/Ke.

1. Pour AH(aq) + $H_2O(\ell)$ ⇌ A^-(aq) + H_3O^+(aq), $K_{a1} = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[AH]}$.
2. Pour l’autoprotolyse de l’eau, $K_e = [H_3O^+][HO^-]$.

Le quotient K_{a1}/K_e se simplifie en $[A^-]/([AH][HO^-])$, qui est l’expression de la constante d’équilibre de la réaction étudiée. Ainsi, $K = K_{a1}/K_e$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$K_{a1} = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[AH]}$; $K_e = [H_3O^+][HO^-]$; $K = K_{a1}/K_e$.

Question A4. Calculer la constante d'équilibre K à 25 °C et en déduire si cette réaction peut servir de support à un titrage acido-basique, en utilisant le critère de transformation totale fourni.

À 25 °C, les données donnent $K_{a1} = 10^{-4,1}$ et $K_e = 10^{-14}$. On applique la relation établie : $K = K_{a1}/K_e = 10^{-4,1}/10^{-14} = 10^{9,9} \approx 7,9 \times 10^9$. Cette valeur est très supérieure au seuil 10^3 du sujet : la transformation est considérée comme totale et convient comme support d'un titrage acido-basique.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $K \approx 7,9 \times 10^9$: la réaction est totale et peut servir de support au titrage.

Question A5. À partir du document 5, expliquer pourquoi le titrage acido-basique envisagé ne permet pas de déterminer la teneur en acide ascorbique du jus d'orange.

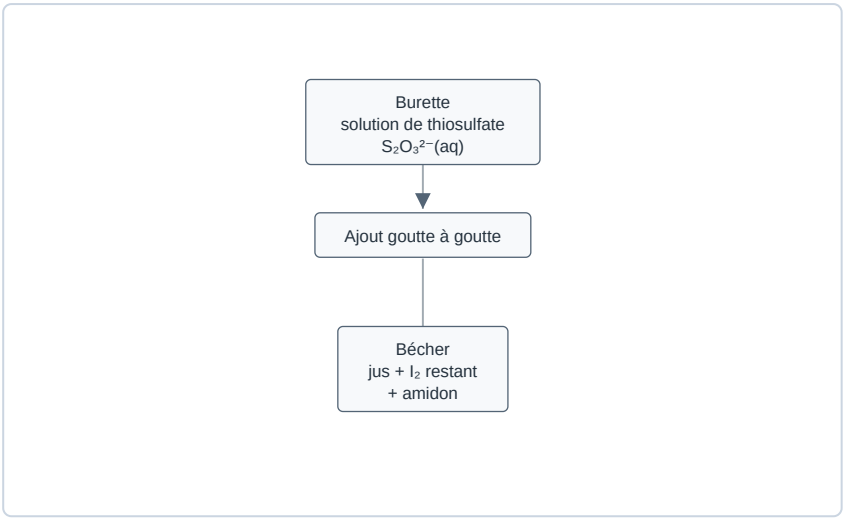
Le document 5 indique que 100 mL de jus contiennent 1,5 g d'acide citrique, en plus de la vitamine C. L'acide citrique réagit lui aussi avec les ions hydroxyde HO^-. Le volume de solution titrante mesurerait donc la quantité totale d'espèces acides neutralisées, et non la seule quantité d'acide ascorbique. Ce titrage ne permettrait pas de déterminer spécifiquement la teneur en vitamine C.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'acide citrique consomme aussi HO^- : le titrage mesurerait l'acidité totale, pas spécifiquement la vitamine C.

Question A6. Schématiser le montage du titrage indirect et nommer l'espèce titrante ainsi que l'espèce titrée lors du dosage du diiode restant.

Le bécher contient le jus après réaction avec le diiode en excès, donc le diiode restant, ainsi que quelques gouttes d'empois d'amidon. La burette contient la solution de thiosulfate de sodium, versée goutte à goutte dans le bécher. Pour le titrage indirect, l'espèce titrante est l'ion thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ et l'espèce titrée est le diiode I_2 restant.

Montage du titrage indirect du diiode restant



Le thiosulfate est versé depuis la burette dans le bécher contenant le diiode restant.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Titrant : $S_2O_3^{2-}$(aq). Espèce titrée : I_2(aq) restant dans le bécher.

Question A7. Définir l'équivalence d'un titrage et indiquer le changement de couleur qui permet de la repérer dans ce titrage indirect au thiosulfate avec l'empois d'amidon.

L'équivalence est atteinte lorsque le titrant et l'espèce titrée ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation de réaction. Ici, les ions thiosulfate ont consommé tout le diiode restant. Tant qu'il en reste, l'amidon colore le mélange en bleu. À l'équivalence, la disparition du diiode entraîne la disparition persistante de cette coloration.

- Avant l'équivalence : bleu.
- À l'équivalence : le bleu disparaît, la solution devient incolore.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> À l'équivalence, le bleu disparaît durablement : la solution devient incolore.

Question A8. À partir des huit volumes d'équivalence mesurés, estimer le volume équivalent et son incertitude-type par une évaluation de type A, en donnant l'incertitude avec un chiffre significatif.

La moyenne des huit mesures est $56,55/8 = 7,06875$ mL, soit 7,07 mL. L'écart-type expérimental de la série vaut environ 0,207 mL. L'incertitude-type de type A est $u(V_{Eq}) = s/\sqrt{8} \approx 0,073$ mL, soit 0,07 mL à un chiffre significatif. La moyenne est arrondie au même rang décimal que l'incertitude.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V_{Eq} = (7,07 \pm 0,07)$ mL.

Question A9. **À partir du volume et de la concentration de la solution de diiode introduite dans le bécher, déterminer la quantité de matière initiale de diiode.**

1. Le volume de diiode introduit est $V_1 = 10,0 \times 10^{-3}$ L.
2. La quantité de matière s'obtient avec $n_1 = C_1 V_1$, où $C_1 = 5,00 \times 10^{-3}$ mol·L⁻¹.

Le produit de la concentration par le volume, exprimé en litres, donne la quantité initiale de diiode introduite dans le bécher.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n_1(I_2) = 5,00 \times 10^{-5}$ mol.

Question A10. **À l'aide du volume équivalent et de la concentration en ions thiosulfate, vérifier que la quantité de matière de diiode restante vaut 1,77 × 10⁻⁵ mol.**

$$I_2(aq) + 2\ S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow 2\ I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$$

À l'équivalence, une mole de diiode réagit avec deux moles d'ions thiosulfate. La quantité de diiode restante est donc $n_{restant} = C_2 V_{Eq}/2$. Avec $C_2 = 5,00 \times 10^{-3}$ mol·L⁻¹ et $V_{Eq} = 7,07 \times 10^{-3}$ L, on obtient la valeur demandée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n_{restant}(I_2) = 1,77 \times 10^{-5}$ mol.

Question A11. **Déterminer la quantité de matière de diiode ayant réagi avec l'acide ascorbique, puis en déduire la quantité de matière d'acide ascorbique contenue dans 10 mL de jus.**

La quantité de diiode consommée par l'acide ascorbique est la quantité initiale moins la quantité restante : $n_{réagit}(I_2) = 5,00 \times 10^{-5} - 1,77 \times 10^{-5} = 3,23 \times 10^{-5}$ mol. D'après l'équation 1, le diiode et l'acide ascorbique réagissent dans un rapport stœchiométrique 1:1. La quantité d'acide ascorbique dans les 10,0 mL de jus est donc égale à celle de diiode consommée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Dans 10,0 mL de jus : $n_a = 3,23 \times 10^{-5}$ mol.

Question A12. **Déterminer si la consommation d'un verre de 150 mL de jus d'orange pressé suffit à couvrir l'apport quotidien recommandé d'environ 80 mg de vitamine C, en utilisant la masse molaire fournie.**

Un verre de 150 mL représente 15 fois le volume de jus analysé, soit 10,0 mL. La quantité de vitamine C correspondante vaut donc $3,23 \times 10^{-5} \times 15$ mol. Avec $M = 176$ g·mol⁻¹, sa masse est $3,23 \times 10^{-5} \times 15 \times 176 = 0,0855$ g, soit environ 85,5 mg. Cette quantité est supérieure aux 80 mg recommandés.

✓ RÉPONSE À RETENIR

150 mL apportent environ 85,5 mg de vitamine C : le verre couvre l’apport recommandé de 80 mg.

3. Régulation de la température du jus d'orange

Cette partie porte sur le stockage du jus à 4 °C dans une cuve réfrigérée, avec une température ambiante de 20 °C. Elle étudie les transferts thermiques à travers la paroi ainsi que le pilotage du refroidissement par sonde, algorigramme et programme.

Question B1. Préciser les températures de part et d'autre de la paroi de la cuve, puis expliquer l'évolution de la température du jus si le système de refroidissement ne fonctionne pas.

Côté de la paroi	Température
Air ambiant, côté chaud	20 °C
Jus, côté froid	4 °C

La chaleur passe spontanément du milieu le plus chaud vers le milieu le plus froid. La paroi transmet donc de l'énergie de l'air ambiant au jus. Sans refroidissement, cette énergie réchauffe le jus, dont la température augmente progressivement et tend vers celle de l'air ambiant.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\theta_C = 20$ °C ; $\theta_F = 4$ °C. Sans refroidissement, le jus se réchauffe progressivement.

Question B2. Calculer la puissance thermique traversant la paroi de la cuve à partir de sa résistance thermique de 0,17 K·W⁻¹ et des températures indiquées.

La relation du document 9 est $\theta_C - \theta_F = R_{th} \times P_{th}$. On isole la puissance : $P_{th} = (\theta_C - \theta_F)/R_{th}$. L'écart de température vaut $20 - 4 = 16$ K. Ainsi, $P_{th} = 16/0{,}17 = 94$ W, à deux chiffres significatifs. Le transfert s'effectue de l'air ambiant vers le jus.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_{th} \approx 94$ W, transférés de l'air ambiant vers le jus.

Question B3. Montrer qu'en une heure, le transfert thermique reçu par le jus dans la cuve vaut $3{,}4 \times 10^5$ J.

1. Convertir la durée : 1 h = 3 600 s.
2. À puissance constante, le transfert thermique vaut $Q_{th} = P_{th} \times \Delta t$.
3. Avec $P_{th} = (20 - 4)/0{,}17$ W, on obtient $Q_{th} = ((20 - 4)/0{,}17) \times 3\,600 = 3{,}39 \times 10^5$ J.

À deux chiffres significatifs, cela donne $3{,}4 \times 10^5$ J reçus par le jus en une heure.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> En une heure, le jus reçoit $Q_{th} \approx 3{,}4 \times 10^5$ J.

Question B4. En déduire le transfert thermique reçu que le système de refroidissement doit évacuer pendant une heure.

Pour maintenir le jus à température constante, le système de refroidissement compense l'énergie thermique reçue à travers la paroi. Sur une heure, il doit donc évacuer une énergie égale à celle que le jus reçoit. Les deux transferts ont des sens opposés : l'énergie entrante est reçue par le jus, tandis que l'énergie évacuée est retirée du jus. On compare ici leurs valeurs absolues.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le système de refroidissement doit évacuer $3{,}4 \times 10^5$ J en une heure.

Question B5. Déterminer, en minutes, la durée de fonctionnement du système de refroidissement sur une heure, sachant que sa puissance thermique est de 320 W.

1. Le système évacue l'énergie nécessaire à la puissance P_{SR} pendant sa durée de fonctionnement Δt.
2. La relation $Q = P \times \Delta t$ donne $\Delta t = Q_{SR}/P_{SR} = 340\,000/320 = 1\,063$ s.
3. En minutes, $\Delta t = 1\,063/60 = 17{,}7$ min.

La durée de fonctionnement est donc d'environ 18 minutes par heure. Le système reste à l'arrêt pendant le reste de l'heure.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le refroidisseur fonctionne environ 18 min par heure, soit $\Delta t \approx 17{,}7$ min.

Question B6. Indiquer comment la durée de fonctionnement du système évolue lorsque la température ambiante augmente en été, et justifier.

La durée de fonctionnement augmente si la température ambiante augmente. En effet, l'écart de température entre l'air et le jus devient plus grand. D'après $P_{th} = (\theta_C - \theta_F)/R_{th}$, la puissance thermique traversant la paroi augmente aussi. Le système doit alors évacuer davantage d'énergie pour maintenir le jus à 4 °C. Sa puissance étant inchangée, il fonctionne plus longtemps.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La durée Δt augmente : une température ambiante plus élevée accroît l'apport thermique à compenser.

Question B7. Nommer le type de régulation utilisé pour commander le système de refroidissement et justifier à partir des consignes de température et de son fonctionnement.

Il s'agit d'une régulation tout ou rien à deux seuils, avec hystérésis. Le système se met en marche quand la température dépasse le seuil haut de 4 °C et s'arrête lorsqu'elle passe sous le seuil bas de 1 °C. Entre ces deux seuils, il conserve son état précédent. Cette commande permet de maintenir le jus dans la plage de conservation recommandée, de 1 °C à 4 °C.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Régulation tout ou rien à deux seuils, avec hystérésis : marche au-dessus de 4 °C, arrêt sous 1 °C.

Question B8. Écrire la ligne de programme qui convertit en température la résistance mesurée par la sonde, en utilisant la relation fournie entre résistance et température.

La relation du document 10 est $R = 0{,}4 \times \theta + 102$. On isole la température : $\theta = (R - 102)/0{,}4$. La résistance R ayant déjà été calculée à la ligne 19, la ligne 22 du programme à compléter est :

```
temperature = (R - 102) / 0.4;
```

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> `temperature = (R - 102) / 0.4;`

Question B9. Donner les numéros des lignes du programme correspondant à la condition de mise en marche du système de refroidissement.

La commande de mise en marche est déclenchée lorsque la température dépasse le seuil haut, égal à 4 °C. Le programme teste cette condition à la ligne 26, puis exécute l'action d'activation à la ligne 28, dans le bloc conditionnel des lignes 26 à 29. La variable de commande prend alors la valeur HIGH.

Ligne	Rôle
26	Test de température supérieure à 4 °C
28	Commande de mise en marche, HIGH

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La condition et son action de mise en marche figurent aux lignes 26 à 29.

Question B10. Écrire, à partir de la ligne 30, les instructions du programme qui comparent la température au seuil bas et arrêtent le système de refroidissement si la condition est vérifiée.

Le seuil bas correspond à 1 °C, limite inférieure de la plage de conservation indiquée. Il faut tester si la température devient strictement inférieure à cette valeur. Si c'est le cas, le programme arrête le système en attribuant LOW à la variable de commande. À partir de la ligne 30, écrire :

```
if (temperature < 1)
{
  BoutonON_OFF_SR = LOW;
}
```

✓ RÉPONSE À RETENIR

Si la température est inférieure à 1 °C, la commande du système passe à `LOW`.

4. Mesure du niveau de jus d'orange dans une cuve

Cette partie étudie la mesure du niveau de jus dans une cuve par sonde à ultrasons, puis par capteur de pression absolue. Elle mobilise l'analyse des signaux et de leur propagation, la statique des fluides et la comparaison de mesures avec une incertitude.

Question C1. À partir du signal représenté à l'intérieur d'une salve, montrer que sa fréquence est supérieure à 20 kHz, seuil caractéristique des ultrasons.

Sur le document 15, deux maxima consécutifs sont séparés d'environ **25 µs** : c'est la période T. La fréquence vaut f = 1/T, soit $1/(25 \times 10^{-6}) = 4{,}0 \times 10^{4}$ Hz. Comme 40 kHz est supérieur au seuil de 20 kHz, le signal émis pendant la salve est bien ultrasonore.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> f ≈ 40 kHz : le signal est ultrasonore.

Question C2. En utilisant la durée d'une salve d'émission et la célérité des ultrasons dans l'air, vérifier par le calcul la distance minimale détectable annoncée par le constructeur.

1. La salve dure $\Delta t_2 = 3{,}5$ ms $= 3{,}5 \times 10^{-3}$ s. Pendant l'émission, le récepteur est inactif : cette durée correspond au temps minimal d'aller-retour.
2. La distance minimale est donc $d_{min} = v\Delta t_2/2 = 340 \times 3{,}5 \times 10^{-3}/2 = 0{,}595$ m. À deux chiffres significatifs, on retrouve la valeur annoncée par le constructeur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $d_{min} \approx 0{,}60$ m, conforme à la valeur constructeur.

Question C3. À partir des signaux émis et reçus du document 14, déterminer la durée d'un aller-retour de la salve ultrasonore.

Sur le document 14, la salve est émise à t ≈ 0 ms et la salve reçue apparaît à t ≈ 20 ms. Le délai entre ces deux repères est le temps de propagation aller-retour, puisque l'émission et la réception sont représentées sur la même échelle temporelle. La salve reçue vers 90 ms correspond à l'émission suivante, séparée de 88 ms.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta t_{AR} \approx 20$ ms.

Question C4. À partir de la durée d'aller-retour et de la géométrie de la cuve, déduire la hauteur de jus d'orange dans la cuve.

Grandeur	Calcul	Valeur
Distance sonde-surface	$d = v\Delta t_{AR}/2 = 340 \times 0{,}020/2$	3,4 m
Hauteur de jus	$h_{jus} = H_{cuve} - d = 5{,}0 - 3{,}4$	1,6 m

La moitié du trajet aller-retour donne la distance entre la sonde et la surface du jus. La hauteur de jus est le reste de la hauteur totale de la cuve.

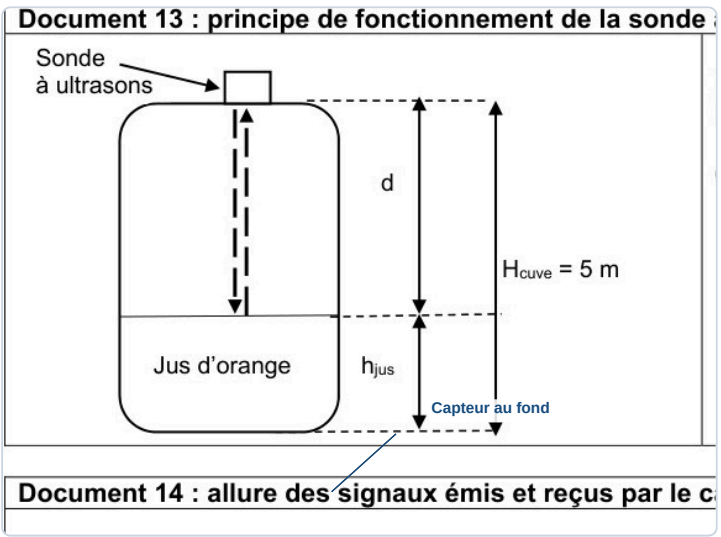
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

h_{jus} = 1,6 m.

Question C5. Indiquer où placer le capteur de pression hydrostatique dans la cuve pour mesurer la hauteur de liquide, et justifier ce choix.

Pour déterminer la hauteur, le capteur doit mesurer la pression de la colonne de jus située au-dessus de lui. Il est donc placé au point le plus bas de la cuve, immergé dans le liquide. La pression absolue mesurée à cet endroit comprend aussi la pression de l'air au-dessus du jus, qui sera prise en compte dans le calcul.

Position du capteur de pression



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Installer le capteur au fond de la cuve, immergé dans le jus.

Question C6. À partir de la pression absolue mesurée, de la pression de l'air dans la cuve, de la masse volumique du jus et de l'intensité du champ de pesanteur, calculer la hauteur de jus dans la cuve.

La pression due au jus est la différence entre la pression absolue mesurée et la pression de l'air : $\Delta P = P - P_{air} = 1{,}17 - 1{,}00 = 0{,}17$ bar $= 1{,}7 \times 10^4$ Pa. Avec la relation hydrostatique $\Delta P = \rho g h$, la hauteur vaut $h_{jus} = \Delta P/(\rho g) = 17\,000/(1020 \times 9{,}81) \approx 1{,}70$ m.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$h_{jus} \approx 1{,}70$ m.

Question C7. Comparer la hauteur obtenue avec le capteur de pression à la valeur de référence issue de la mesure ultrasonore, appliquer le critère de compatibilité fourni et conclure.

La hauteur de référence issue de la mesure ultrasonore est 1,6 m. La mesure par pression vaut environ 1,70 m et son incertitude-type est 0,10 m. Le quotient de compatibilité est donc $|1{,}70 - 1{,}60|/0{,}10 = 1{,}0$. Comme il est inférieur ou égal à 2, le critère du document 16 est satisfait.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Quotient de compatibilité : $1{,}0 \leq 2$. Les deux mesures sont compatibles.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2022)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité Sciences physiques et chimiques en laboratoire du baccalauréat technologique STL, session 2022, code 22-TLSPCLME1, durée 3 heures, sans coefficient imprimé. Le sujet étudie l'acide ascorbique et les contrôles du procédé industriel du jus d'orange. La partie 1 est obligatoire, puis deux parties au choix évaluent chimie, optique, titrage, transferts thermiques, programmation et mesures physiques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le rendement d'une synthèse relie la quantité obtenue à la quantité théorique, et la stœchiométrie permet d'en déduire les quantités de réactifs.
- En titrage indirect, la stœchiométrie relie le diiode restant au thiosulfate à l'équivalence, puis le bilan donne le diiode consommé.
- À travers une paroi, P = (θchaud - θfroid)/Rth et le transfert thermique pendant une durée Δt vaut Q = PΔt.
- Pour un aller-retour ultrasonore, la distance à la surface vaut d = vΔtAR/2; la hauteur se déduit de la géométrie de la cuve.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les unités avant les calculs : tonnes en grammes, millilitres en litres, minutes en secondes et bars en pascals.
- Distinguer les espèces titrante et titrée et respecter les coefficients stœchiométriques des réactions du titrage indirect.
- En optique, mesurer les angles par rapport à la normale et tracer le rayon réfracté dans le bon milieu.
- Pour la compatibilité des mesures, utiliser l'incertitude-type donnée et vérifier si le quotient obtenu est inférieur ou égal à 2.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment exploiter le titrage indirect pour retrouver la teneur en vitamine C ?

Calculer le diiode restant à partir du volume équivalent de thiosulfate et de l'équation du titrage. Le soustraire au diiode initial pour obtenir le diiode consommé, puis utiliser la proportion 1:1 avec l'acide ascorbique.

Q : Pourquoi divise-t-on par deux le trajet des ultrasons pour trouver la distance ?

La durée mesurée correspond au trajet aller-retour entre la sonde et la surface du jus. Les ultrasons parcourent deux fois la distance cherchée, qui se calcule donc par d = vΔtAR/2.

Q : Le candidat doit-il traiter les trois parties au choix ?

Non. La partie 1 est obligatoire, puis le candidat choisit deux parties parmi A, B et C. La partie commune vaut 10 points et les deux parties choisies valent chacune 5 points, soit 20 points au total.

Q : Quel critère le sujet impose-t-il pour déclarer deux mesures compatibles ?

Calculer l'écart absolu entre la valeur mesurée et la référence, puis le diviser par l'incertitude-type associée à la mesure. Les résultats sont compatibles si ce quotient est inférieur ou égal à 2.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacstl.fr/assets/annales/bac-stl/Sciences physiques et chimiques en laboratoire/2022/Bac STL - Sciences physiques et chimiques en laboratoire - Session 2022 - 3-Sujet.pdf
Ressources Bac STL : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

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.