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 BTS Bioqualité, veuillez visiter :
btsbioqualite.fr/annales-sujets-et-corriges

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES BIO-INDUSTRIES

U.22 – SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2019

Durée : 2 heures
Coefficient : 3

Matériel autorisé :
L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Document à rendre avec la copie :
Feuille de papier millimétré

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 11 pages, numérotées de 1/11 à 11/11.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Autour du champagne

La France est réputée dans le monde entier pour la qualité de ses vins. Le champagne est l'un des plus festifs et son travail s'apparente à un véritable art.

Les vendanges constituent un élément crucial de la réussite d'un grand cru. Leur date doit être celle d'une maturation optimale du raisin. Pour la définir, les viticulteurs doivent connaitre la quantité de sucre présente dans les grains de raisins afin que la fermentation alcoolique permette aux vins d'acquérir le pourcentage d'alcool désiré.

La qualité du vin est également mise en avant par sa beauté. Ainsi sa couleur est scrutée afin qu'elle ne s'altère pas avec le temps, ou en fonction de la composition chimique du vin.

Le sujet comporte trois parties indépendantes

PARTIE A : La maturité du raisin

PARTIE B : La fermentation

PARTIE C : Le fer dans le champagne

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

PARTIE A – La maturité du raisin (5 points)

Afin de déterminer si le raisin est à maturité et si les vendanges peuvent avoir lieu, les viticulteurs scrutent souvent le ciel. En fait, ils regardent au travers d'un appareil qui peut sembler étrange, un réfractomètre (**document A1**). La mesure de la quantité de sucre donne une première indication qui devra être complétée par l'analyse au laboratoire.

1. Première analyse : le réfractomètre

A.1. Indiquer la nature des ondes mises en jeu dans le réfractomètre utilisé par les viticulteurs.

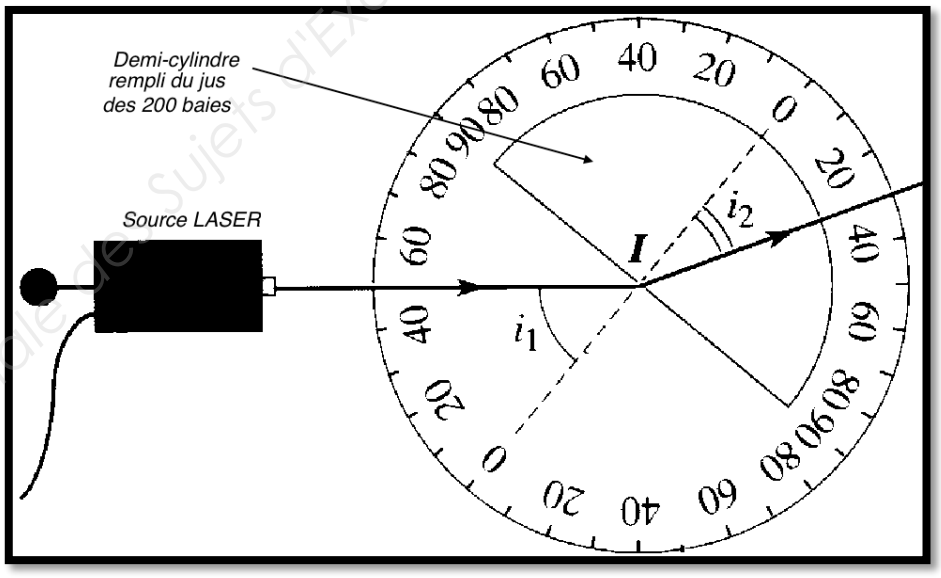
A.2. Expliquer le phénomène de réfraction décrit dans le **document A1**. L'explication s'appuiera obligatoirement sur un schéma montrant les trois rayons (incident, réfléchi et réfracté).

A.3. Les vendanges ne peuvent commencer que si la teneur moyenne en sucre du jus de raisin est supérieur à 21°B (degré Brix).
En utilisant la définition du degré Brix indiquée dans le **document A1**, déterminer à partir de quelle concentration massique les vendanges pourront commencer.

2. Deuxième analyse : mesure de l'indice de réfraction au laboratoire

L'analyse du jus de raisin issu de 200 baies permet une mesure plus précise de l'indice de réfraction et ainsi un calcul plus juste de la concentration en sucre.
Pour ce faire, au laboratoire, on met en œuvre le protocole décrit ci-dessous en utilisant le dispositif présenté à la **figure 1**.

Figure 1



*Les angles sont mesurés par rapport à la normale à la surface de séparation (droite perpendiculaire à la surface de séparation, en pointillés sur la **figure 1**). La surface de séparation air/jus est la section plane du demi-cylindre.*

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Protocole pour la mesure de l'indice de réfraction :

- on remplit un demi-cylindre avec le jus des 200 baies de raisin et on le place sur un cercle gradué précisément en degrès ;
- à l'aide d'une source LASER, on envoit un faisceau lumineux qui arrive sur la surface droite du demi-cylindre avec l'angle i_1 désiré ;
- on note l'angle i_2 du faisceau lumineux après avoir traversé le demi-cylindre rempli de jus.

A.4. Lorsque l'angle i_1 était fixé à 30°, on a mesuré un angle $i_2 = 22°$.

À partir de ce résultat et de la loi de Snell-Descartes présentée dans le **document A2**, déterminer l'indice de réfraction du jus de raisin issu des 200 baies.

A.5. On se réfère au tableau de correspondance du **document A3**. L'expérience précédente permet-elle de déterminer avec une précision suffisante le taux de sucre dans le jus de raisin ?

3. Vérification de la teneur en sucre : la densité.

Afin de réaliser une seconde analyse de la teneur en sucre, le laboratoire d'analyse prélève précisément un volume V = 50,00 mL d'un échantillon de jus de raisin et le pèse.

La balance indique alors m = 54,42 g

A.6. Calculer la masse volumique puis la densité de l'échantillon.

<u>Données :</u> masse volumique de l'eau : 1000 kg.m^{-3}

A.7. En utilisant le tableau de correspondance du **document A3**, justifier que les vendanges peuvent être programmées.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Documents de la partie A :

Document A1 : utilisation du réfractomètre dans la vigne

À quoi sert un réfractomètre ?

D'après https://www.tompress.com

Le réfractomètre s'utilise chaque fois que l'on souhaite connaître la quantité de sucre dans une solution. L'eau "réfracte" les rayons lumineux en les déviant. Plus on ajoute de sucre dans l'eau, plus les rayons sont déviés. C'est cette déviation des rayons qui permet la mesure au réfractomètre.

Déposez une goutte de produit sucré sur l'appareil et visez. Vous verrez apparaître dans l'œilleton le taux de sucre de votre produit.



Le degré Brix *(°B)*

La lecture sur le réfractomètre se fait en degré Brix, noté °B. Le degré Brix est la masse de sucre (en gramme) contenue dans 100 g de liquide.

Document A2 : loi de Snell-Descartes

Loi de Snell-Descartes :

Pour le passage d'un rayon lumineux au travers de la séparation de deux milieux d'indice de réfraction différents, le sinus de l'angle de déviation i_2 dépend des indices de réfractions des deux milieux traversés et du sinus de l'angle i_1 choisi.

Les angles sont mesurés par rapport à la normale à la surface de séparation.

Dans le cas de l'expérience, le faisceau lumineux traverse d'abord l'air (indice de réfraction de l'air : $n_{air} = 1$) puis le jus de raison contenu dans le demi-cylindre (l'indice de réfraction du jus est noté n_{jus}).

La loi de Snell-Descartes s'écrit alors : $\mathbf{n_{air} \times \sin i_1 = n_{jus} \times \sin i_2}$

Document A3 : table de correspondance Degré Brix - densité - indice de réfraction

Degré Brix (°B)	Densité	Indice de réfraction	Degré Brix (°B)	Densité	Indice de réfraction
17.5	1,070	1,3595	**20,7**	1,084	1,3647
18,0	1,072	1,3602	**21,1**	1,086	1,3655
18,4	1,074	1,3610	**21,6**	1,088	1,3662
18,9	1,076	1,3617	**22,0**	1,090	1,3670
19,3	1,078	1,3625	**22,5**	1,092	1,3677
19,8	1,080	1,3632	**22,9**	1,094	1,3684
20,2	1,082	1,3640	**23,3**	1,096	1,3692

Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

PARTIE B – La fermentation (8 points)

1. Observation microscopique de la peau du raisin

La fermentation alcoolique présentée dans le **document B1** nécessite des levures. Grâce à une analyse microscopique des peaux de raisin, on peut visualiser les levures présentent sur la surface et ainsi évaluer la quantité de ferment nécessaire à l'élaboration du champagne. Pour ce faire, on utilise un microscope qui comporte un oculaire portant l'indication x10 et un objectif comportant l'indication x40.

B.1. Donner la signification des indications portées par l'objectif et l'oculaire.

B.2. Calculer le grossissement commercial, noté Gc, du microscope.

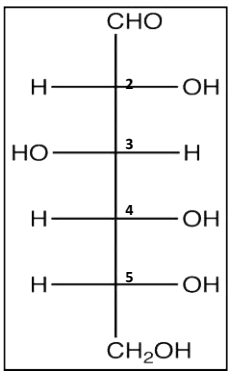
B.3. Une cellule de levure fait au maximum 10 micromètres de long.

B.3.a. Calculer le diamètre apparent θ (en radian) d'une cellule de levure observée à l'œil nu si on la place à une distance de 25 cm.

B.3.b. Sachant que l'œil humain ne peut pas observer des détails de diamètre apparent inférieur à $3{,}0.10^{-4}$ rad, justifier l'intérêt d'utiliser un microscope pour observer une cellule de levure.

2. La fermentation alcoolique à partir du glucose

Un des sucres subissant la fermentation alcoolique est le glucose.



B.4. Recopier la représentation de Fischer du glucose (ci-contre) et entourer puis nommer les fonctions présentes.

B.5. Indiquer le numéro du (ou des) carbone(s) asymétrique(s) présent(s) dans la molécule.

B.6. En utilisant les règles CIP, déterminer la configuration absolue du carbone n°2 du glucose.

<u>Données :</u> numéros atomiques : Z(H) = 1 ; Z(C) = 6 ; Z(O) = 8

3. La fermentation alcoolique : le résultat

La fermentation alcoolique produit un alcool.
À l'issue de la fermentation alcoolique, le taux d'alcool ne doit pas dépasser 11 % du volume.

B.7. D'après l'équation fournie dans le **document B2**, donner le nom de la molécule d'alcool produite lors de la fermentation alcoolique.

B.8. À l'aide du **document B3**, indiquer le spectre infrarouge du **document B4** qui correspond à la structure de la molécule d'alcool formé lors de la fermentation alcoolique. Justifier.

B.9. La réalisation d'un spectre RMN est également envisageable pour identifier l'alcool.

Donner le nombre de signaux visibles sur le spectre RMN de la molécule d'alcool formé et préciser la multiplicité (ou nombre de pics) du signal relatif au groupement $-CH_3$. Justifier.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

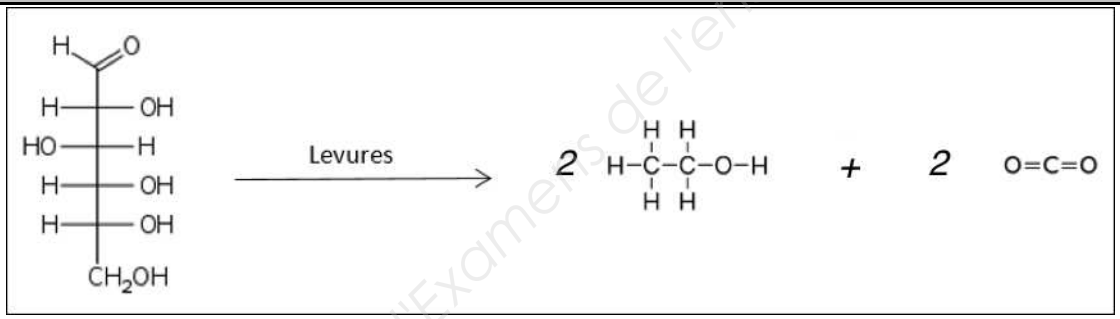
Documents de la partie B :

Document B1 : la fermentation alcoolique : principe

D'après : http://www.champagne.fr

La première fermentation des vins de Champagne est la fermentation alcoolique qui transforme le moût en vin. Les levures "mangent" le sucre et produisent ainsi de l'alcool et du gaz carbonique, ainsi que d'autres composants qui construisent les caractéristiques sensorielles du vin.
La fermentation alcoolique peut s'effectuer sous-bois (fûts, foudres...), mais la très grande majorité des élaborateurs privilégie l'utilisation de cuves en acier inoxydable thermo-régulées.
Le « levurage » avec des levures sélectionnées (saccharomyces cerevisiae) sous forme de levain liquide ou de levures sèches actives permet une plus grande maîtrise du processus fermentaire. Sous l'action des levures, les sucres du jus sont transformés principalement en alcool et gaz carbonique, mais les levures produisent également, au cours de la fermentation, un grand nombre de molécules (alcools supérieurs, esters) qui vont contribuer aux arômes et à la saveur du vin. Cette transformation dure une quinzaine de jours environ et génère une forte élévation de la température qu'il est indispensable de réguler, autour de 18-20 °C, afin de limiter les pertes d'arômes et les risques d'arrêt de fermentation.

Document B2 : la fermentation alcoolique : transformation chimique



Document B3 : table de données InfraRouge (IR)

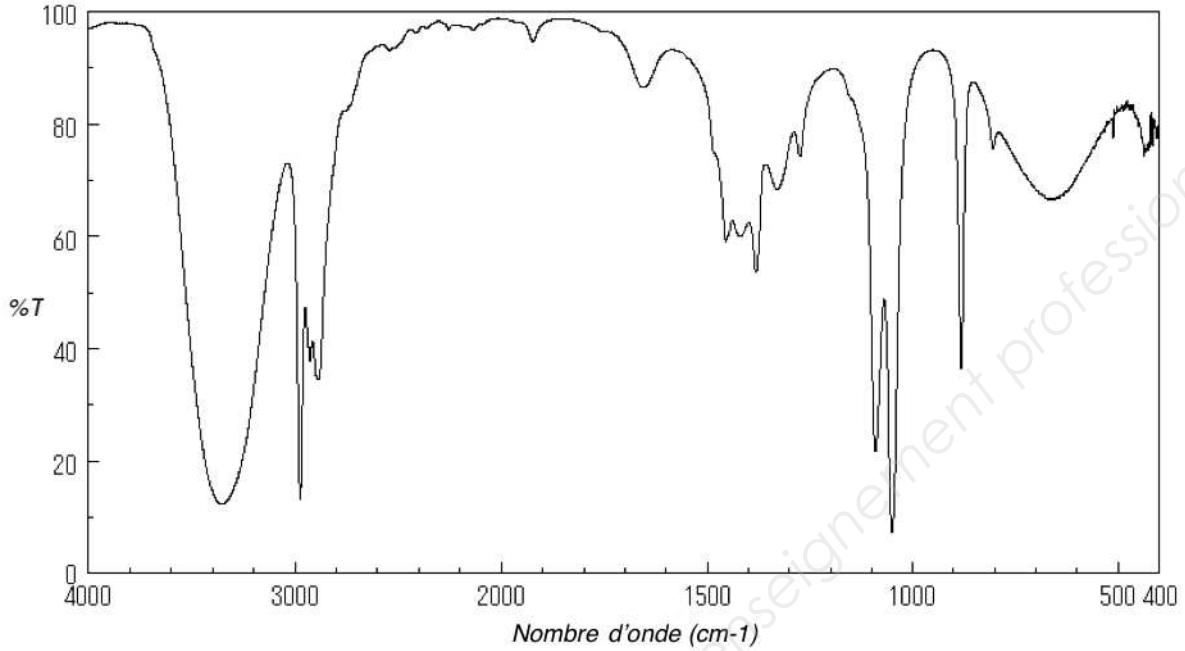
Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})	Intensité
O-H alcool	3200 - 3400	Forte, large
O-H acide carboxylique	2500 - 3300	Forte, très large
C=O anhydride	1700 - 1840	Forte, 2 bandes
C=O ester	1700 - 1740	Forte
C=O acide carboxylique	1680 - 1710	Forte
$C_{tét}$-H	1415 - 1470 2800 - 3000	Faible à forte, 3 à 4 bandes Forte, fine
$C_{tét}$-O	1000 - 1250	Forte, fine

$C_{tét}$ *indique un carbone tétraédrique (donc avec 4 substituants)*

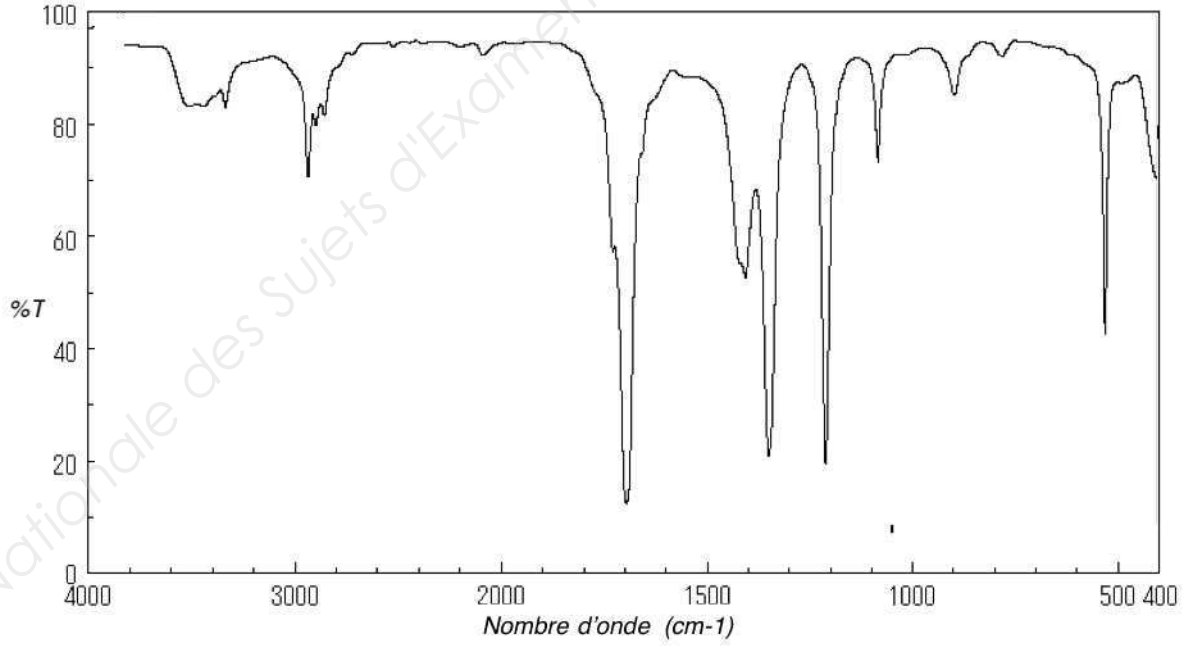
Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Document B4 : spectres IR

Spectre A



Spectre B



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

PARTIE C – Le fer dans le champagne (7 points)

La couleur du champagne est un atout primordial pour la vente ; une altération serait une catastrophe pour un viticulteur. L'une des causes possibles, la teneur en fer. La « casse ferrique » est le nom que l'on donne à cette altération des couleurs. (**document C1**)

Le viticulteur fait réaliser en laboratoire des analyses pour connaitre la teneur en fer de son vin. Le principe de l'analyse est expliqué dans les **document C2** et **C3**.

1. Oxydation des ions fer II en ions fer III et complexation

C.1. Écrire la demi-équation électronique d'oxydation des ions fer II en fer III en utilisant le couple indiqué dans le **document C2**.

C.2. Écrire l'équation modélisant la formation du complexe $[Fe(SCN)]^{2+}$.

C.3. Montrer que les ions SCN^- sont introduit en large excès lors de la formation du complexe coloré, sachant que l'on a mis dans le 1er tube à essais :

- 1,0 mL de thiocyanate de potassium (K^+ ; SCN^-) à 1,0 $mol.L^{-1}$;
- 10,0 mL de solution d'ion Fe^{3+} à 2,0 $mg.L^{-1}$.

Donnée : masse molaire du fer, M_{Fe} = *55,8 g.mol^{-1}*

C.4. Sachant que la constante de dissociation du complexe $[Fe(SCN)]^{2+}$ est $K_D = 10^{-2,1}$, déterminer la constante de formation, K_F du complexe $[Fe(SCN)]^{2+}$.

Que peut-on conclure sur la réaction ?

En déduire l'intérêt de mettre les ions SCN^- en excès.

2. Dosage spectrophotométrique

Afin de procéder au dosage spectrophotométrique, on réalise une série de solutions étalons puis on forme le complexe coloré avec chaque solution et enfin, on mesure leur absorbance à 460 nm ainsi que celle du champagne (voir **document C3**).

C.5. Indiquer le protocole permettant de réaliser 50,0 mL de la solution étalon n°4. (Le volume de solution mère à prélever devra être justifié par un calcul).

C.6. Le « blanc » du spectrophotomètre est réalisé avec une solution du champagne préalablement dégazé. Préciser l'intérêt de « faire le blanc ».

C.7. À partir du tableau des résultats présenté dans le **document C3**, réaliser la courbe sur la feuille de papier millimétré fournie (**à rendre avec la copie**) représentant l'absorbance A en fonction de la concentration massique en ions fer III.

C.8. Citer la loi mise en évidence et préciser les unités des grandeurs qui interviennent.

C.9. Déterminer la concentration massique en fer dans le champagne testé.

C.10. Indiquer si le viticulteur doit s'inquiéter d'une éventuelle casse ferrique de son champagne.

C.11. Inventorier les différentes sources d'erreurs possibles lors de cette analyse.

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

Documents de la partie C :

Document C1 : la casse ferrique

D'après : www.dico-du-vin.com

La casse est un accident ou une maladie du vin qui conduit à une altération des couleurs et à une perte de limpidité. Elle peut être provoquée par l'air, la lumière, les microbes, la chaleur,…
Il existe plusieurs types de casse dont la **casse ferrique** ou casse bleue (vins rouges) ou casse blanche (vins blancs) ; c'est une casse de vins oxydés (présence de dioxygène obligatoire). Elle est due à l'insolubilité du fer à l'état ferrique. Cette maladie est provoquée par un excès de fer (plus de 10 $mg.L^{-1}$) dans le vin. C'est pourquoi le matériel de vendange et de cuve est pour la plupart en acier inoxydable. Cette casse est issue d'une action chimique (oxydation enzymatique ou modification de sels métalliques) et elle provoque un trouble et un changement de couleur.

Document C2 : principe du dosage des ions fer dans un vin

Lors de ce dosage, on dose l'ensemble des ions fer présents dans le vin, à savoir les ions Fe^{2+} et Fe^{3+}.
Pour ce faire, on oxyde entièrement les ions Fe^{2+} en présence d'eau oxygénée H_2O_2, en milieu acidifié par de l'acide chlorhydrique.

Les couples oxydant-réducteur mis en jeu sont : (Fe^{3+} / Fe^{2+}) et (H_2O_2 / H_2O)

Les ions Fe^{3+} formés sont ensuite mis en évidence par l'ajout d'une solution de thiocyanate de potassium (K^+ ; SCN^-) qui permet la formation du complexe $[Fe(SCN)]^{2+}$ de couleur rouge.

Le complexe ainsi formé est donc coloré, ce qui permet la réalisation d'un dosage spectrophotométrique.

Document C3 : réalisation du dosage

1-Préparation des solutions étalons

À partir d'une solution mère de concentration massique en ion fer III de C_0 = 25 $mg.L^{-1}$, on prépare 50 mL de chacune des solutions étalons selon le tableau suivant :

N° de la solution étalon	**1**	**2**	**3**	**4**
Concentration massique en ions fer III (*en mg.L^{-1}*)	2	4	6	10
Volume de S_0 à prélever (*en mL*)	4	8	12	---

2-Formation du complexe coloré

- Verser dans des tubes à essais :
  - 10,0 mL de solution étalon ;
  - 5 gouttes de solution d'eau oxygénée à 20 volumes ;
  - 1,0 mL d'acide chlorhydrique à 6,0 $mol.L^{-1}$;
  - 1,0 mL de solution de thiocyanate de potassium à 1,0 $mol.L^{-1}$;
- Faire de même avec 10 mL de champagne dégazé.

Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

3-Mesure des absorbances

Choisir la longueur d'onde de travail et mesurer l'absorbance de chaque solution.

Les résultats des mesures d'absorbance pour les 4 solutions et pour le champagne dégazé sont notés dans le tableau ci-dessous :

N° de la solution étalon	**1**	**2**	**3**	**4**	Champagne
Absorbance (notée A)	***0,12***	***0,32***	***0,43***	***0,69***	***0,15***

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.