

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2013

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30 – COEFFICIENT : 8

L'usage des calculatrices EST autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

Ce sujet comporte trois exercices présentés sur 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13, y compris celle-ci.

La feuille annexe (pages 13/13) **EST À RENDRE AVEC LA COPIE.**

Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres.

EXERCICE I. TRANSFERTS D'ÉNERGIE (7,5 points)

Réduire la consommation d'énergie est, de nos jours, au cœur des préoccupations afin de préserver l'environnement, épargner les ressources naturelles et limiter les dépenses. Une grande part de la consommation d'énergie provient de l'habitat. Comment rendre une maison plus économe en énergie de chauffage ?

1. Isolant thermique : faire le bon choix

Soucieux de réduire ses dépenses de chauffage, Frédéric décide d'améliorer l'isolation thermique de son habitation. Sa maison possédant un grenier non chauffé, il décide d'en isoler le sol.

Données :

- Température du grenier : $\theta_1 = 5,0 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Température de la maison : $\theta_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Surface du sol du grenier : $S = 80 \text{ m}^2$;
- Résistance thermique du sol du grenier : $R = 7,5 \times 10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$.

1. 1. Dans quel sens s'effectuera le transfert thermique dans la maison de Frédéric ?

1. 2. Donner l'expression puis calculer le flux thermique Φ à travers le sol du grenier.

Frédéric consulte de nombreuses documentations sur l'isolation thermique. Il existe de nombreux matériaux isolants caractérisés par leur conductivité thermique notée λ . Plus la conductivité thermique d'un matériau est élevée, plus il conduit facilement la chaleur.

1. 3. Utiliser le tableau suivant pour conseiller Frédéric dans son choix de matériau. Justifier.

Nom du matériau	Laine de roche	Polystyrène extrudé	Liège naturel expansé	Cellulose
Conductivité thermique λ en $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$	0,035	0,033	0,042	0,039

1. 4. La résistance thermique totale du sol du grenier doit atteindre la valeur $R = 6,3 \times 10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$. Sachant que lorsque plusieurs parois sont accolées, la résistance thermique totale est égale à la somme des résistances thermiques de chaque paroi, calculer la résistance thermique de l'isolant choisi précédemment par Frédéric à la question 1.3.

1. 5. Frédéric a lu que la résistance thermique d'une paroi plane dépend de la conductivité thermique λ du matériau constituant la paroi, de son épaisseur e et de la surface S traversée par le flux thermique. La résistance thermique est inversement proportionnelle à la conductivité thermique et à la surface traversée et proportionnelle à l'épaisseur.

1.5.1. À partir des informations ci-dessus, donner l'expression de la résistance thermique d'une paroi plane. Vérifier l'homogénéité de votre expression.

1.5.2. Tous les matériaux proposés dans le tableau s'achètent sous forme de panneaux rigides dans le commerce. Quelle épaisseur minimale doit posséder le panneau du matériau choisi par Frédéric ?

2. Principe d'un chauffe-eau solaire

Toujours dans le but de réaliser des économies d'énergie, Frédéric envisage de produire son eau chaude sanitaire en tirant profit de l'énergie solaire. Il se documente sur le principe d'un chauffe-eau solaire individuel. Voici le résultat de ses recherches :

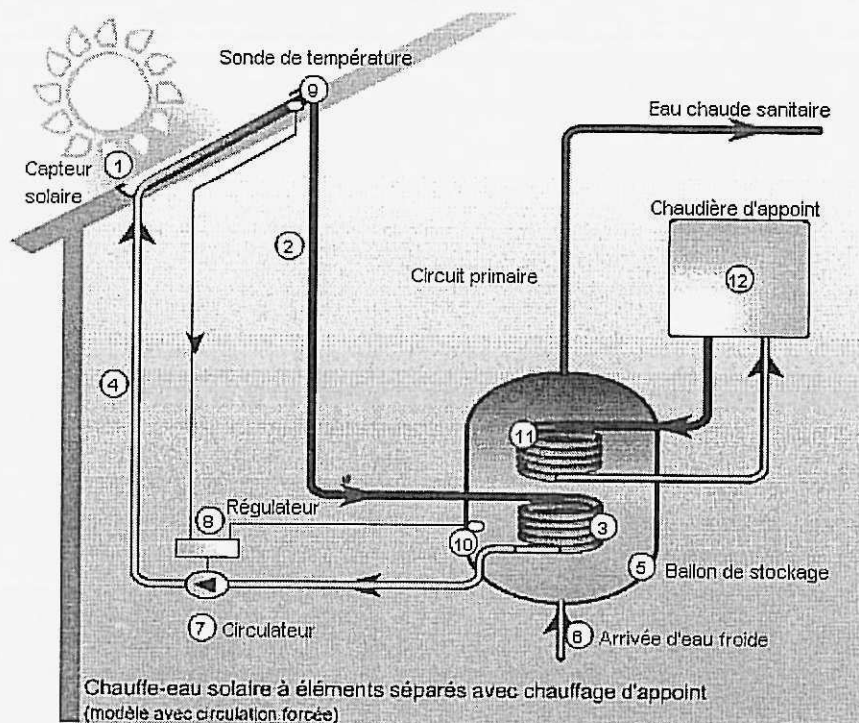


Schéma du principe d'un chauffe-eau solaire individuel (D'après Ademe)

Un chauffe-eau solaire se compose d'un capteur solaire thermique (qui se comporte comme une mini-serre) (1). Dans le circuit primaire (2) calorifugé circule le liquide caloporteur (eau + glycol). Ce liquide s'échauffe lorsqu'il passe dans les tubes du capteur solaire et se dirige vers le ballon de stockage (5) de l'eau sanitaire. Le liquide caloporteur cède sa chaleur à l'eau sanitaire par l'intermédiaire d'un échangeur thermique (3). Une fois refroidi, le liquide caloporteur repart vers le capteur solaire où il sera à nouveau chauffé. Une pompe électrique (7) met en mouvement le liquide caloporteur lorsque la température de celui-ci est supérieure à celle de l'eau sanitaire du ballon.

L'énergie solaire ne peut pas assurer la production d'eau chaude quelle que soit la saison. C'est pourquoi le ballon de stockage est également équipé d'un dispositif de chauffage d'appoint (ensemble (11) et (12)).

2. 1. Citer les trois modes de transfert thermique. Les présenter brièvement.

2. 2. Quel mode de transfert thermique intervient :

- au niveau du capteur solaire (1),
- au niveau de l'échangeur thermique (3),
- et à l'intérieur du ballon de stockage (5) ? Justifier.

2. 3. Le fluide caloporteur s'échauffe lorsqu'il passe dans le capteur solaire. Comment varie son énergie interne ? Pourquoi ?

3. Bilan thermique

Installé dans sa cuisine, Frédéric poursuit ses réflexions sur les modifications à réaliser dans sa maison tout en se préparant une tasse de thé. Il réchauffe l'eau de son thé à l'aide de son four à micro-ondes. Lorsque les micro-ondes atteignent les molécules d'eau présentes dans les aliments, celles-ci se mettent à osciller $2,45 \times 10^9$ fois par seconde. La mise en mouvement des molécules d'eau produit la chaleur nécessaire pour réchauffer les aliments.

Données :

- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
- Masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ kg.L}^{-1}$;
- Capacité thermique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$;
- On rappelle que l'énergie transférée à un système avec une puissance P pendant la durée Δt est : $E = P \Delta t$.

3. 1. À quel type d'ondes les micro-ondes appartiennent-elles ?
3. 2. Déterminer la longueur d'onde des micro-ondes du four.

Frédéric chauffe un volume $V = 250 \text{ mL}$ d'eau dans sa tasse. Il souhaite que la température de l'eau passe de $10 \text{ }^\circ\text{C}$ à $90 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. 3. Calculer la variation d'énergie interne de l'eau contenue dans la tasse.

On suppose que le four à micro-ondes est bien isolé. Le four est réglé sur la position de puissance $P = 900 \text{ W}$.

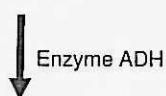
3. 4. Au bout de combien de temps l'eau du thé sera-t-elle prête ?

EXERCICE II. LES DANGERS DE L'ALCOOL (7,5 points)

On trouve dans un document publié par l'Institut suisse de prévention de l'alcoolisme (ISPA) les informations suivantes :

Quand une personne consomme de l'alcool, celui-ci commence immédiatement à passer dans le sang. Plus le passage de l'alcool dans le sang est rapide, plus le taux d'alcool dans le sang augmentera rapidement, et plus vite on sera ivre. L'alcool est éliminé en majeure partie par le foie. Dans le foie, l'alcool est éliminé en deux étapes grâce à des enzymes. Dans un premier temps, l'alcool est transformé en éthanal par l'enzyme alcool déshydrogénase (ADH). L'éthanal est une substance très toxique, qui provoque des dégâts dans l'ensemble de l'organisme. Il attaque les membranes cellulaires et cause des dommages indirects en inhibant le système des enzymes. Dans un deuxième temps, l'éthanal est métabolisé par l'enzyme acétaldéhyde déshydrogénase (ALDH).

Alcool pur : Ethanol : C_2H_6O



Ethanal C_2H_4O

↓ Dégradation ultérieure...

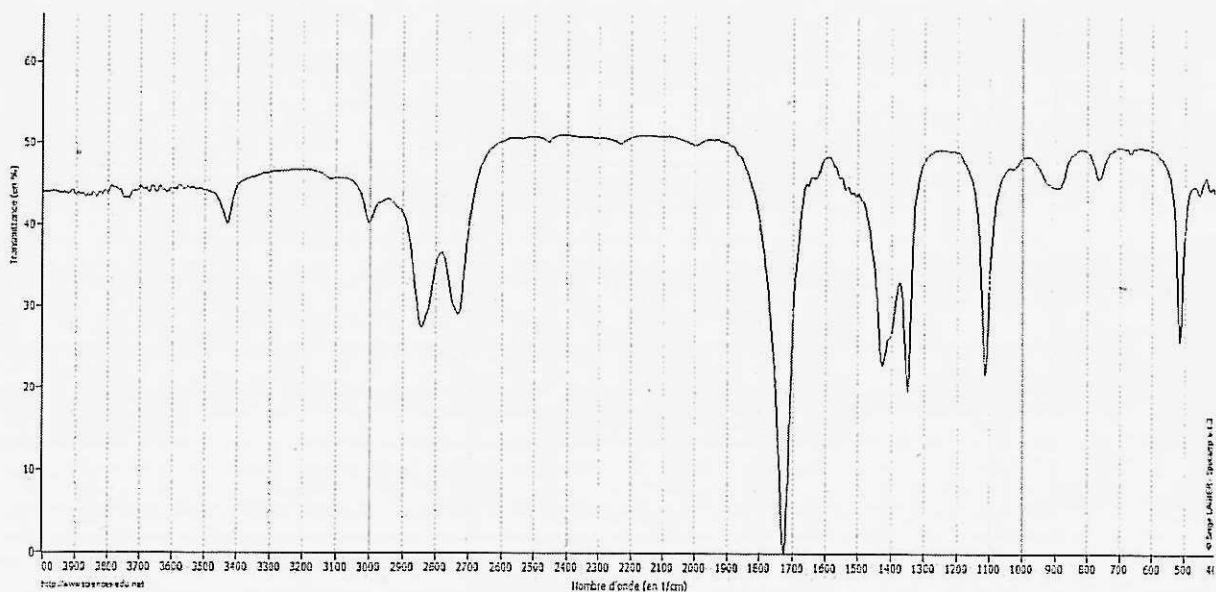
Synthèse du cholestérol

www.sfa-ispa.ch

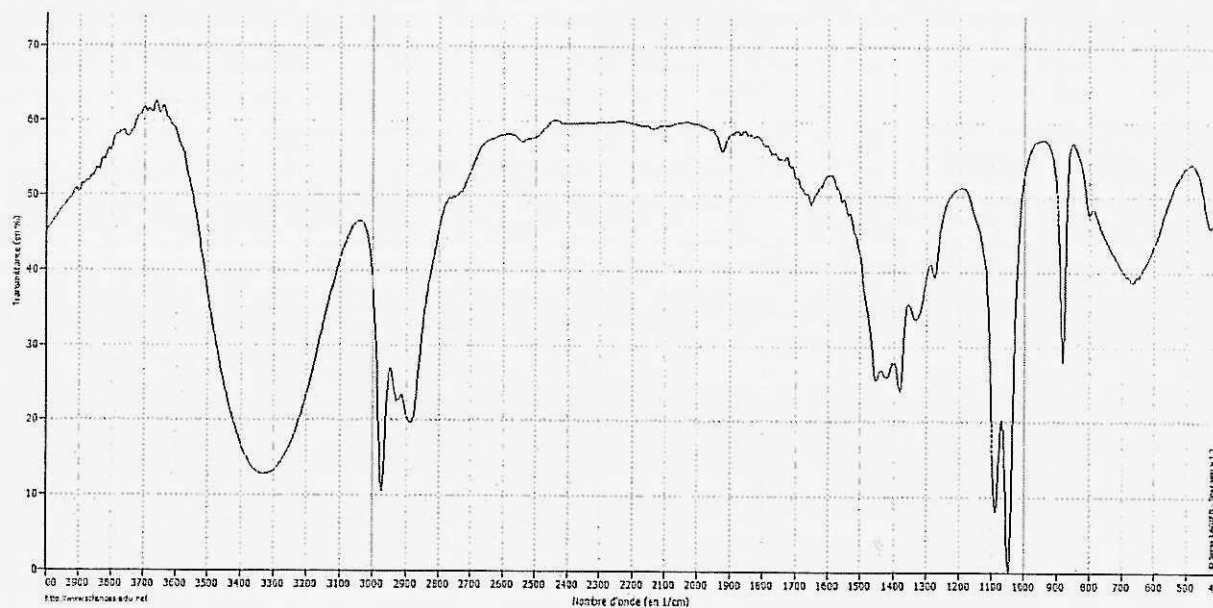
Document 1

1. Spectroscopie

On se propose d'étudier la structure et les fonctions organiques de ces molécules par spectroscopie.



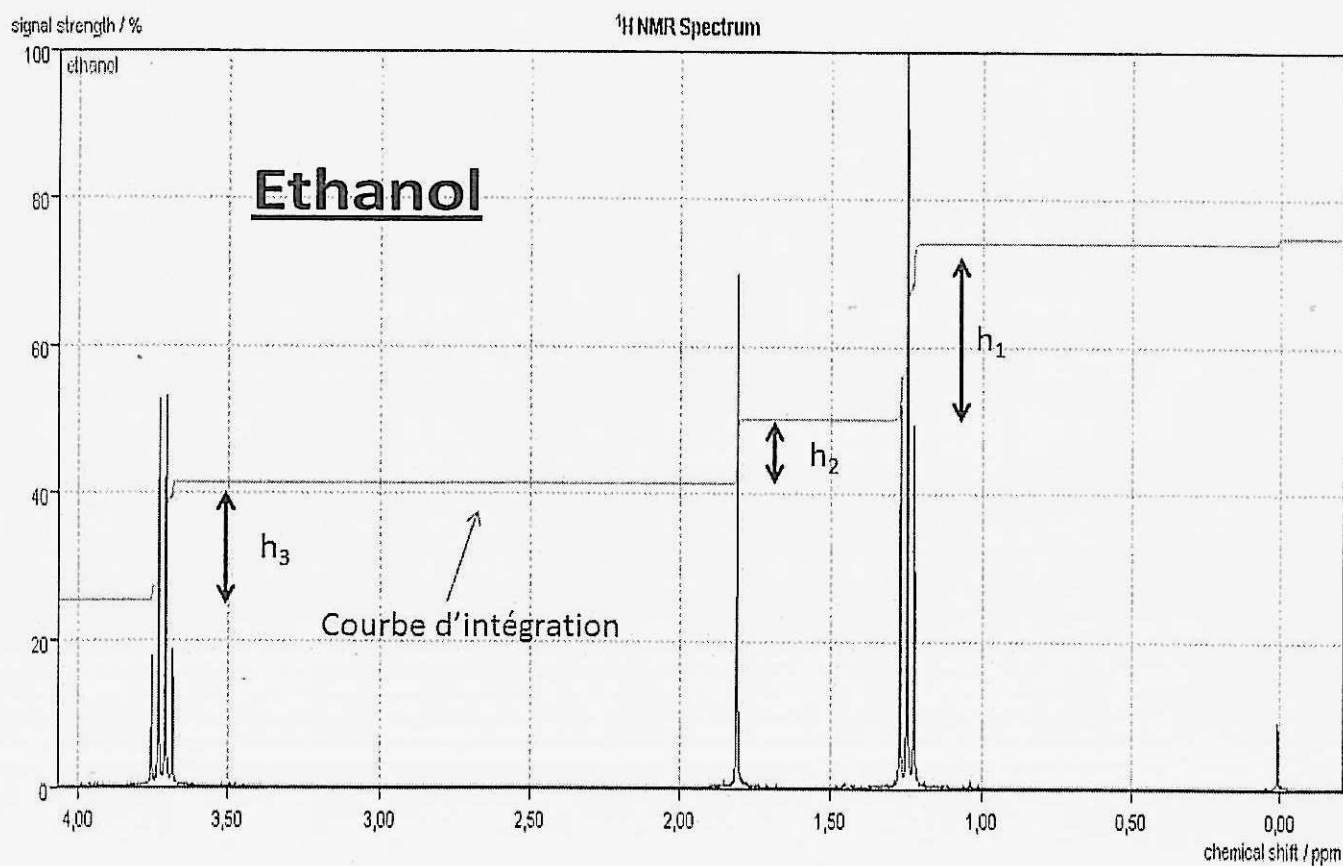
Document 2a : Spectroscopie Infrarouge en phase liquide. Spectre IR1



Document 2b : Spectroscopie Infrarouge en phase liquide. Spectre IR2

Liaison	C - C	C - O	C = O (carbonyle)	C - H	O - H
Nombre d'onde (cm ⁻¹)	1000-1250	1050-1450	1650-1740	2800-3000	3200-3700

Document 2c : Table de données pour la spectroscopie IR



Document 3 : Spectre de RMN de l'éthanol

1. 1. Le document 1 évoque les molécules d'éthanol et d'éthanal : représenter en formule semi-développée ces deux molécules et encadrer leurs fonctions caractéristiques.
1. 2. Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanol ? A quelle famille appartient cette molécule ?
1. 3. Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanal ? A quelle famille appartient cette molécule ?
1. 4. En utilisant les données spectroscopiques du document 2, associer chaque spectre infrarouge (IR) à la molécule correspondante en justifiant.
1. 5. Le document 3 présente le spectre RMN de l'éthanol. En utilisant la courbe d'intégration, calculer les rapports h_1/h_2 et h_3/h_2 .
1. 6. Utiliser les rapports calculés pour associer aux trois massifs du spectre, les groupes de protons équivalents de l'éthanol.
1. 7. Le massif de pics situé au déplacement chimique 1,25 ppm se présente sous la forme d'un triplet. En utilisant la règle des $(n+1)$ -uplets, justifier cette multiplicité en évoquant le nombre d'atomes d'hydrogène voisins.

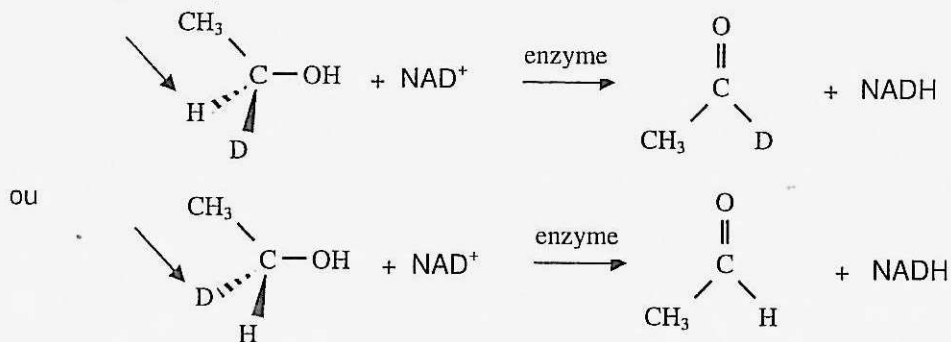
2. Mécanisme de métabolisation des alcools.

Après étude de la structure de ces molécules, nous allons étudier le mécanisme biochimique expliquant leur transformation dans l'organisme.

La métabolisation des alcools implique leur oxydation en composés carbonylés. Dans les systèmes biologiques, l'éthanol est transformé en éthanal grâce à un oxydant noté NAD^+ . La réaction est catalysée par une enzyme appelée alcool-déshydrogénase.

En substituant un atome d'hydrogène par un atome de deutérium D, on peut mettre en évidence le rôle énantiosélectif de cette enzyme.

En soumettant les deux énantiomères du 1-deutérioéthanol à l'action de l'enzyme, on a pu établir que l'oxydation biochimique était stéréospécifique, le NAD^+ arrachant uniquement l'hydrogène marqué ci-dessous par une pointe de flèche noire.



D désigne l'isotope 2 de l'hydrogène ${}^2_1\text{H}$ appelé deutérium.

2. 1. Quel est le nom de la représentation chimique utilisée dans le mécanisme ci-dessus pour l'alcool ?
2. 2. Que représentent les traits pointillés et les traits épais ?
2. 3. En vous basant sur cette représentation, développer complètement la molécule d'éthanol en faisant apparaître toutes les liaisons.
2. 4. Quelle particularité stéréochimique possède le carbone porteur du deutérium dans la molécule de deutérioéthanol ? Comment nomme-t-on ce type de molécules ?
2. 5. L'éthanal obtenu par oxydation se présente-t-il sous la forme d'un mélange d'énantiomères ? Justifier.

2. 6. La dégradation de l'alcool dans l'organisme est une réaction catalysée. Donner la définition d'un catalyseur. Quel type de catalyse est présenté ici ?

3. Contrôle de qualité d'un vin : dosage par spectrophotométrie de l'éthanol.

On peut lire dans *le code de la santé publique* depuis juin 2000 : catégorie *Vins doux* : vins, apéritifs à base de vin ne titrant pas plus de 18 degrés.

On se propose de vérifier en laboratoire si un vin obéit à cette législation.

Définition : Le titre alcoométrique, exprimé en degrés, est égal au nombre de litres d'éthanol contenus dans 100 litres de vin.

Données : $M(\text{éthanol}) = 46,0 \text{ g.mol}^{-1}$ $\mu(\text{éthanol}) = 0,78 \text{ g.mL}^{-1}$

Afin de procéder au contrôle, on réalise le titrage par spectrophotométrie du vin en suivant le protocole suivant :

Première étape : On recueille l'éthanol du vin par distillation.

Deuxième étape : L'éthanol est oxydé par la NAD^+ dans une réaction catalysée par une enzyme spécifique similaire à celle évoquée dans la partie II. La réaction produit de la nicotinamide-adénine-dinucléotide réduite (NADH) en quantité de matière égale à celle de l'éthanol dosé selon l'équation :



Troisième étape : La NADH absorbant dans le domaine UV, on mesure son absorbance par spectrophotométrie.

L'étalonnage du spectrophotomètre avec différentes solutions d'éthanol permet de vérifier la loi de Beer-Lambert : $A = k.C_m$ avec $k = 1,6 \times 10^{-3} \text{ L.mg}^{-1}$ et C_m la concentration massique d'éthanol dans l'échantillon.

Réalisation de la mesure : On distille 10 mL de vin ; le distillat est ensuite ajusté à 100 mL avec de l'eau distillée pour obtenir une solution appelée S.

On prépare l'échantillon à doser par spectrophotométrie en introduisant dans une fiole jaugée de 100 mL :

- 1 mL de solution S,
- le catalyseur,
- NAD^+ en excès,

On complète avec de l'eau distillée.

L'absorbance mesurée pour cet échantillon vaut: $A_e = 0,15$.

3. 1. Déterminer à partir de l'absorbance mesurée A_e , la concentration massique C_m en éthanol de l'échantillon étudié.

3. 2. En tenant compte des deux dilutions successives, calculer les concentrations massiques en éthanol suivantes :

3.2.1. C_S dans la solution S.

3.2.2. C_V dans le vin.

3. 3. Quelle est la valeur du titre alcoométrique exprimé en degrés du vin ?

3. 4. Ce vin est-il conforme au code de la santé publique ?

Exercice III. COMMENT EVITER LES DANGERS SONORES SANS PERDRE LA QUALITE DU SON LORS D'UN CONCERT EN PLEIN AIR ? (5 points)



Depuis les années 70, l'écoute de la musique à un niveau sonore élevé est devenue un véritable phénomène de mode et le risque de perte d'acuité auditive est aujourd'hui un véritable problème de santé publique.

En général les personnes atteintes se plaignent de sifflements dans l'oreille (d'acouphènes) ou de troubles de l'audition qui disparaissent le plus souvent après quelques jours de repos auditif. A long terme ces effets peuvent devenir permanents et l'audition dégradée de manière irréversible.

C'est pour cela que le niveau sonore pour les établissements diffusant de la musique est réglementé à 105 dB (décret 98-1143 dit « lieux musicaux »). Le niveau des baladeurs est limité à 100 dB mais ce niveau peut être facilement amplifié par les écouteurs.

Il est donc important d'éduquer, d'informer et d'amener la population à réfléchir sur le handicap que peut engendrer l'exposition prolongée à des niveaux sonores trop élevés.

D'après Le pharmacien et l'oreille : conseil à l'officine, thèse soutenue par Adeline Zannoni

Cet exercice porte sur les risques auditifs liés à l'écoute prolongée de musique. Vous devez, pour cela, lire attentivement l'ensemble des documents proposés, répondre à la fin de l'exercice à des questions à choix multiples puis résoudre le problème posé à l'aide d'une rédaction d'au minimum 20 lignes.

« Comment varie le niveau sonore en fonction de la distance ? Si le son n'est pas réfléchi ou diffracté, le niveau sonore perd 6 dB à chaque fois que l'on double la distance. Si le niveau sonore est de 90 dB à 3 mètres de l'instrument, il sera de 84 dB à six mètres. »

Niveau sonore de divers instruments à trois mètres, en plein air :

Clarinette	86 dB
Contrebasse	92 dB
Piano	94 dB
Trombone	107 dB
Grosse caisse	113 dB










D'après Le son musical de John Pierce

Document 1

Même si nous ne sommes pas tous égaux face au son, voici la dose moyenne de son tolérable par semaine. Au-delà de cette dose, vous risquez de léser progressivement et définitivement votre audition.

SEUIL DE DOULEUR

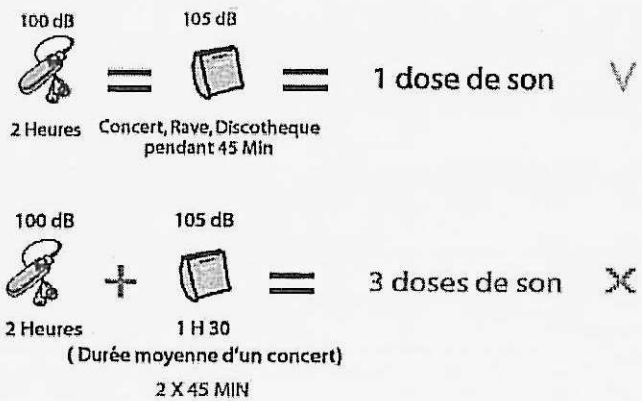
 SEUIL DE RISQUE

Durée d'exposition hebdomadaire tolérée		
100 dB		 Fusée ARIANE
160 dB		
140 dB		
120 dB	1 MIN à 120 dB	 Avion au décollage
100 dB	45 MIN à 105 dB 2H à 100 dB 7H à 95 dB 20 H à 90 dB	 Concert amplifié  Discothèque  Balladeur à fort volume
80 dB		
60 dB		 Imprimante
40 dB		 Sonnerie de téléphone
20 dB		 Tic-Tac d'une montre  Bruissement de feuilles

Des oreilles dans la moyenne peuvent tolérer l'écoute d'un baladeur au niveau maximum (100 dB) pendant deux heures par semaine. Elles peuvent tolérer l'écoute d'un concert à 105 dB pendant 45 min.

Les doses de son s'additionnent. Il ne faut pas dépasser une dose de son par semaine. Deux heures de baladeur au niveau maximum plus un concert à 105 dB c'est trois fois la dose de son tolérée par semaine ... il y a **DANGER** !

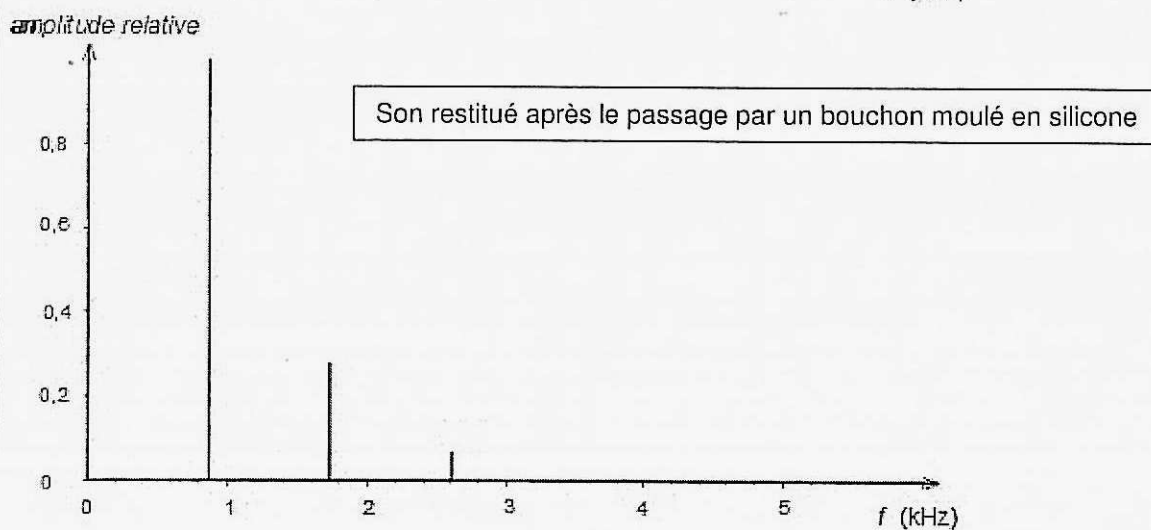
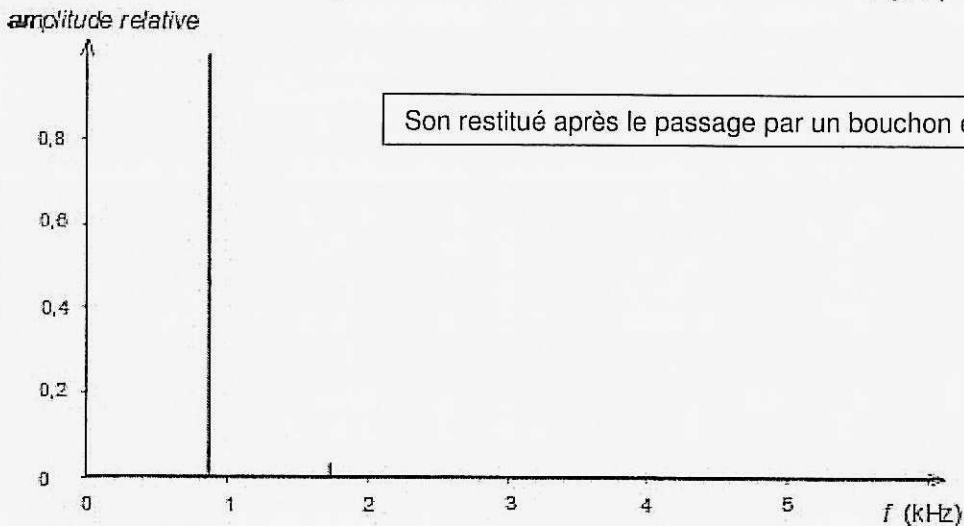
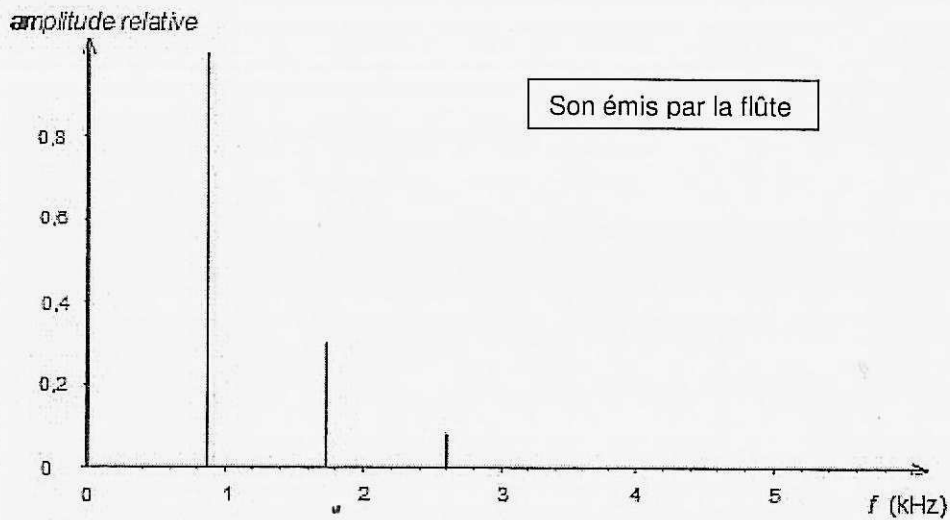
On estime que le risque existe à partir d'un niveau sonore de **90 dB**. Cependant, la douleur n'apparaît qu'à partir de **120 dB**, soit à une intensité sonore 1000 fois plus élevée que le seuil de risque. Les lésions peuvent survenir sans que l'on s'en aperçoive sur le moment. Mais le véritable danger n'est pas uniquement dans le niveau sonore : il se situe aussi dans la **dose de son**, c'est-à-dire le temps d'exposition à un niveau sonore donné.



D'après <http://www.agi-son.org>

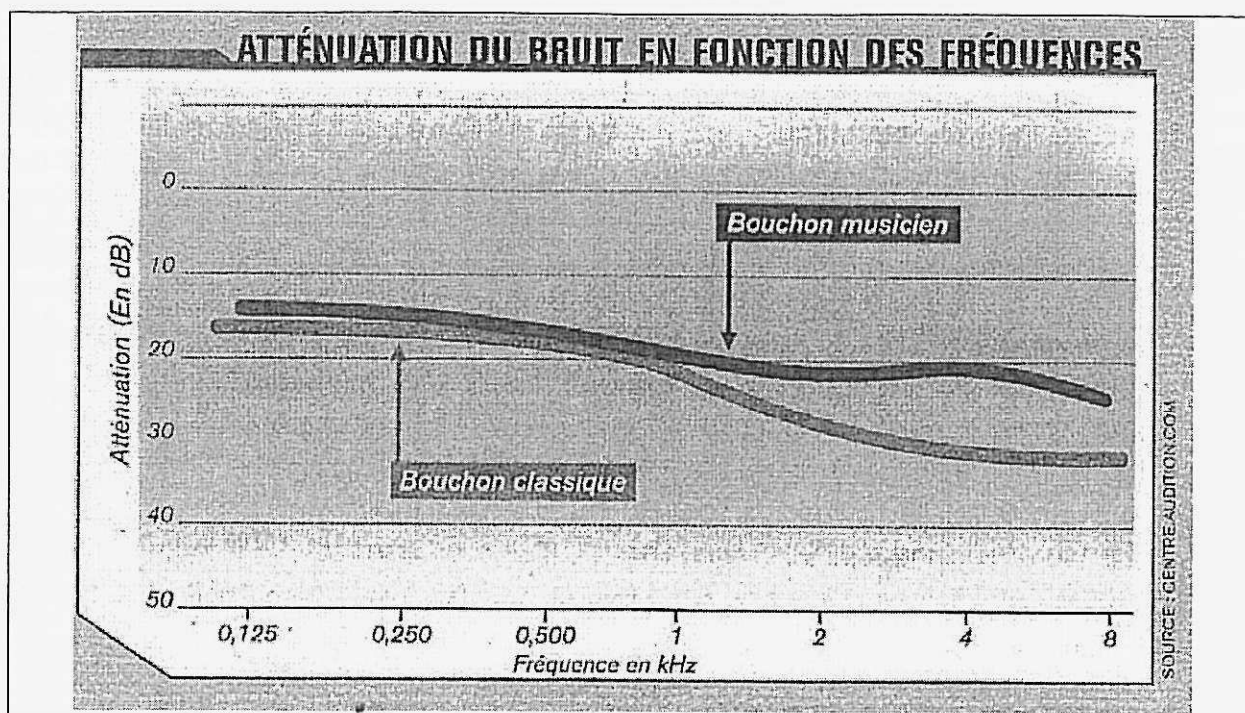
De plus en plus, à l'entrée des festivals de musique, des discothèques ..., on voit des distributions gratuites de bouchons d'oreille en mousse.

Les courbes ci-dessous présentent l'enregistrement au laboratoire du son émis par une flûte et des enregistrements du son restitué par un bouchon d'oreille en mousse et un bouchon d'oreille moulé en silicone (très utilisé par les musiciens, mais de prix assez élevé) lorsque la note jouée est un la_4 .



D'après Bac métropole 09/2009

Document 3



Document 4

1. QCM : Cocher les bonnes réponses

Sur le tableau de l'annexe à rendre avec la copie, cocher les bonnes réponses en précisant à chaque fois le numéro du document utilisé pour répondre à la question. Chaque bonne réponse amène des points. Une mauvaise réponse ne conduit pas à un retrait de points.

2. Question de synthèse :

À partir des documents proposés et de vos connaissances personnelles, indiquez, en le justifiant, vos recommandations pour profiter d'un concert en plein air sans risques auditifs et tout en gardant intacte la qualité du son.

Vous prendrez soin, pour cela, d'utiliser la totalité des documents proposés, d'utiliser au moins une application numérique pertinente, d'apporter une solution au problème posé en veillant à structurer les informations recueillies, d'adopter un jugement critique argumenté et de rédiger un document d'au minimum 20 lignes dans un français correct.

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

Questions	Réponses	Documents
1. L'analyse spectrale du son émis par la flute, dans le document 3, montre que c'est un son pur.	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
2. La hauteur du son est modifiée par le bouchon en mousse.	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
3. Un lycéen se rend à un concert sans protection auditive. Il a déjà écouté son baladeur à 100 dB pendant une heure dans la semaine. Il peut rester une heure à ce concert de niveau sonore 105 dB sans prendre de risques pour son audition.	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
4. Les bouchons en silicone sont utilisés par les musiciens car ils conservent la hauteur et le timbre du son.	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
5. Si le niveau sonore est de 90 dB à trois mètres de l'instrument, il sera de 84 dB à six mètres et de 78 dB à neuf mètres.	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	