

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2014

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30 – COEFFICIENT : 6

L'usage d'une calculatrice EST autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

Ce sujet comporte trois exercices présentés sur 10 pages numérotées de 1 à 10, y compris celle-ci.

Les pages annexes (pages 9 et 10) SONT À RENDRE AVEC LA COPIE, même si elles n'ont pas été complétées.

Le candidat doit traiter les deux exercices qui sont indépendants l'un de l'autre.

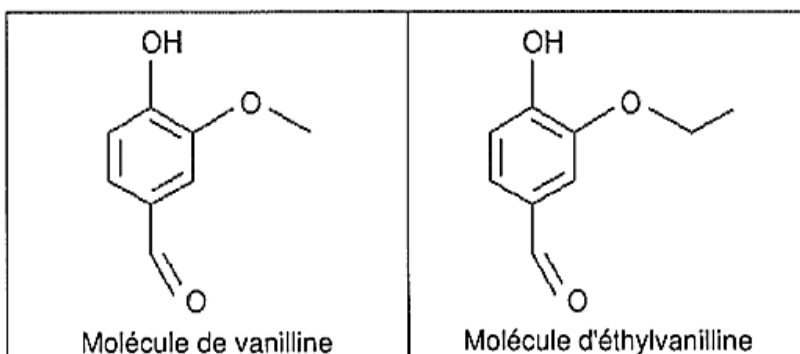
EXERCICE I - L'AROME DE VANILLE (6 POINTS)

La vanilline est le fruit d'une orchidée grimpante, le vanillier qui a besoin d'un climat tropical chaud humide pour se développer. On la cultive à Madagascar, Tahiti, La Réunion, en Amérique du sud ...

Elle est utilisée dans de nombreux domaines comme par exemple la parfumerie, l'industrie agroalimentaire, en tant qu'intermédiaire de synthèse dans l'industrie pharmaceutique.

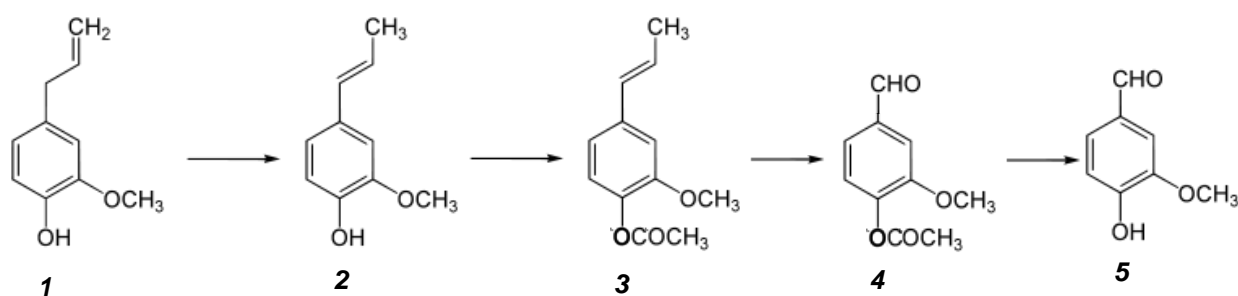
La composition de la gousse de vanille est très riche en arôme dont le principal est la vanilline. Du fait de son coût d'extraction élevé, on lui préfère souvent aujourd'hui la vanilline de synthèse ou encore l'éthylvanilline qui a un pouvoir aromatisant 2 à 4 fois plus grand.

Document n°1 : http://ww.ori.nc/main.php?q2_itemId=2930 Quelques molécules



Document n°2 : Synthèse de la vanilline à partir de l'eugénole

L'eugénole (1) est extrait du clou de girofle puis il est transformé en isoeugénole (2), puis en acétate d'isoeugénole (3), puis en acétate de vanilline (4), puis en **vanilline** (ou officiellement 4-hydroxy-3-méthoxybenzaldéhyde) (5).



1. À propos des molécules.

- 1.1 Recopier la molécule de vanilline, puis entourer et nommer les groupes caractéristiques que vous connaissez.
- 1.2 Ecrire la formule semi-développée de la vanilline.
- 1.3 Indiquer en justifiant brièvement si les deux propositions suivantes sont vraies ou fausses :
Proposition a : les molécules de vanilline et d'éthylvanilline sont isomères.
Proposition b : les molécules de vanilline et d'éthylvanilline sont chirales.
- 1.4 Représenter les deux diastéréoisomères de la molécule isoeugénole. Préciser de quelle diastéréoisomérisation il s'agit.

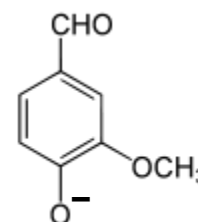
2. Dosage spectrophotométrique de la vanilline contenue dans un extrait de vanille acheté dans le commerce.

Document n°3 Principe du dosage :

La vanilline contenue dans un échantillon du commerce (solution aqueuse sucrée) est extraite par du dichlorométhane.

Un traitement basique à l'aide d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$) permet ensuite de faire repasser la vanilline en solution aqueuse sous forme d'ion phénolate représenté ci-contre.

On réalise ensuite un dosage par étalonnage de cet ion par spectrophotométrie UV-visible afin de déterminer la concentration en vanilline de l'échantillon du commerce.

**Document n°4 : Protocole du dosage :**

*Etape 1 : préparation de la solution à doser et mesure de son absorbance.

On introduit 50 mL d'un mélange eau-vanilline extraite dans une fiole jaugée de 250 mL et on complète jusqu'au trait de jauge avec une solution de soude.

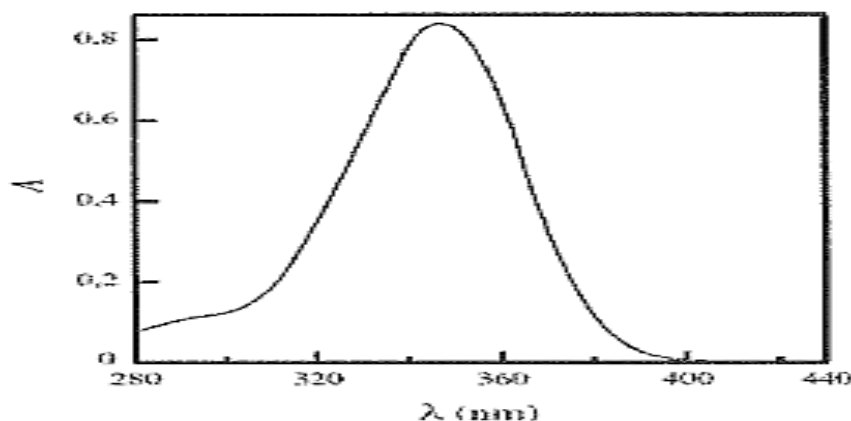
On mesure l'absorbance : $A = 0,88$

*Etape 2 : préparation d'une gamme étalon de solutions de vanilline et mesure de leur absorbance.

A partir d'une solution mère de vanilline, on prépare par dilution dans une solution de soude des solutions filles dont on mesure leur absorbance.

Document n°5 : Résultats

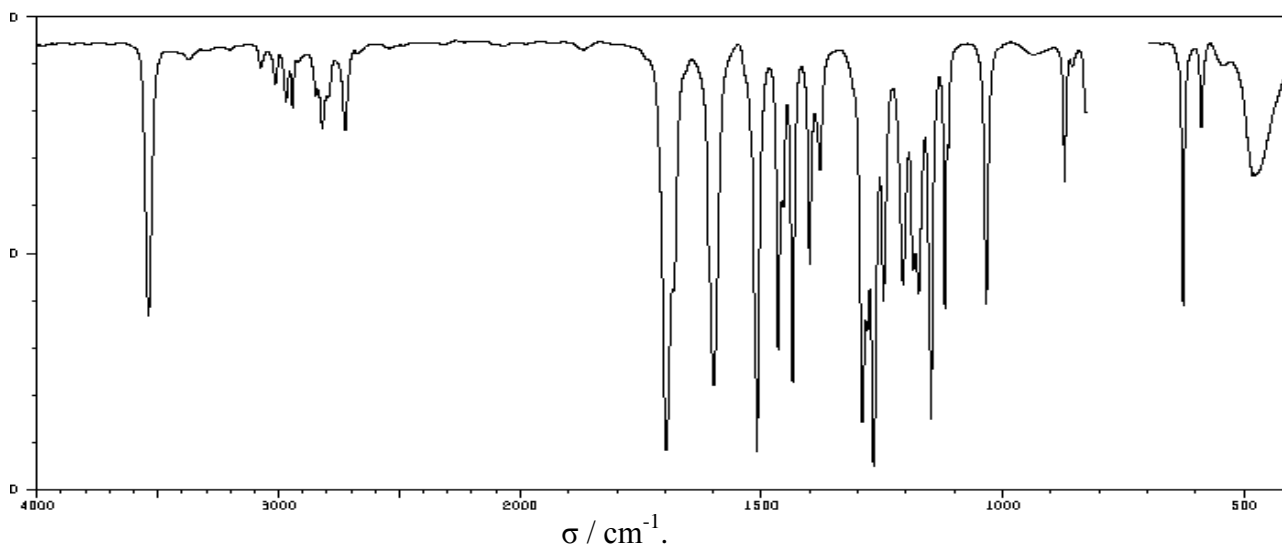
Solution fille	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
Concentration en vanilline (mol.L ⁻¹)	$C_1 = 5,0 \cdot 10^{-5}$	$C_2 = 4,0 \cdot 10^{-5}$	$C_3 = 3,0 \cdot 10^{-5}$	$C_4 = 2,0 \cdot 10^{-5}$	$C_5 = 1,0 \cdot 10^{-5}$
absorbance	1,36	1,08	0,81	0,54	0,27

Document n°6 : spectre d'absorption de la solution de vanilline dans la soude.

- 2.1 Préciser sur quelle longueur d'onde, faut-il régler le spectrophotomètre. Justifier votre réponse.
- 2.2 La solution est-elle colorée. Justifier votre réponse.
- 2.3 Il a été préparé 10 mL de la solution S₄ à partir de la solution S₂. Proposer un protocole expérimental pour la réalisation de cette dilution. Vous nommerez clairement le matériel utilisé.
- 2.4 Tracer sur papier millimétré **EN ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE**, la courbe d'étalonnage : $A = f(c)$. L'échelle utilisée sera la suivante : 1 cm pour 0,10 en absorbance et 1 cm pour $0,5 \cdot 10^{-5}$ mol.L⁻¹ en concentration.
- 2.5 Quelle relation existe-t-il entre A et c ? Comment se nomme cette loi ?
- 2.6 Déterminer, en expliquant votre méthode, la concentration en vanilline dans la solution à doser.
- 2.7 Calculer la masse molaire moléculaire de la vanilline. En déduire la concentration massique de la vanilline du commerce sachant qu'initialement il a été prélevé 1 mL de solution commerciale.

3. Étude spectrale d'un arôme vanille.

On réalise le spectre IR d'un arôme ayant un goût vanille :



3.1 Quels groupements caractéristiques pouvez-vous identifier ?

3.2 Peut-on savoir s'il s'agit de la vanilline ou de l'éthylvanilline ? Justifier votre réponse.

Données


- Masse molaire atomique $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: $M(\text{H}) = 1,0$; $M(\text{C}) = 12,0$; $M(\text{O}) = 16,0$
- Table des spectres d'absorption IR.

Liaison	Nombre d'ondes σ (cm^{-1})	Intensité ⁽¹⁾	Liaison	Nombre d'ondes σ (cm^{-1})	Intensité ⁽¹⁾
$\text{O}-\text{H}_{\text{libre}}$ ⁽²⁾	3580-3650	F; fine	$\text{C}=\text{O}_{\text{ester}}$	1700-1740	F
$\text{O}-\text{H}_{\text{lié}}$ ⁽²⁾	3200-3400	F; large	$\text{C}=\text{O}_{\text{aldéh. cétone}}$	1650-1730	F
$\text{N}-\text{H}$	3100-3500	M	$\text{C}=\text{O}_{\text{acide}}$	1680-1710	F
$\text{C}_{\text{tri}}-\text{H}$ ⁽³⁾	3000-3100	M	$\text{C}=\text{C}$	1625-1685	M
$\text{C}_{\text{tri}}-\text{H}_{\text{aromat.}}$ ⁽⁴⁾	3030-3080	M	$\text{C}=\text{C}_{\text{aromat.}}$	1450-1600	M
$\text{C}_{\text{tét}}-\text{H}$ ⁽⁵⁾	2800-3000	F	$\text{C}_{\text{tét}}-\text{H}$	1415-1470	F
$\text{C}_{\text{tri}}-\text{H}_{\text{aldéhyde}}$	2750-2900	M	$\text{C}_{\text{tét}}-\text{O}$	1050-1450	F
$\text{O}-\text{H}_{\text{acide carb.}}$	2500-3200	F; large	$\text{C}_{\text{tét}}-\text{C}_{\text{tét}}$	1000-1250	F

(1) L'intensité traduit l'importance de l'absorption : F : forte ; M : moyenne.

(2) $\text{O}-\text{H}_{\text{libre}}$: sans liaison hydrogène ; $\text{O}-\text{H}_{\text{lié}}$: avec liaison hydrogène.

(3) C_{tri} : correspond à un carbone trigonal (engagé dans une double liaison).

(4) **aromat.** : désigne un composé avec un cycle aromatique comme le benzène  ou ses dérivés.

(5) $\text{C}_{\text{tét}}$: correspond à un carbone tétragonal (engagé dans quatre liaisons simples).

EXERCICE II - VIOLON ET CHIMIE.(9 POINTS)

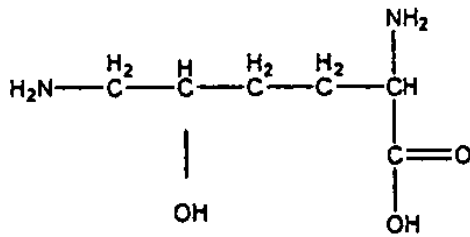
Donnée

- Vitesse du son : $c = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

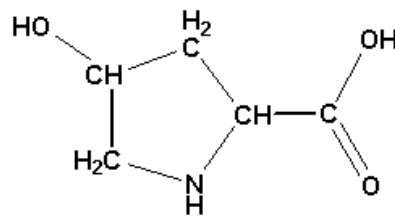
Document n°1 : Le collagène.

Le collagène est une protéine composée de trois chaînes alpha polypeptidiques associées. Ces chaînes sont reliées par des liaisons hydrogènes entre l'hydroxylysine et l'hydroxyproline et des liaisons covalentes. Une chaîne alpha est constituée de 1055 acides aminés. Pouvant se combiner de différentes manières, on devrait en toute rigueur parler *des* collagènes, et non du collagène. Chaque type de collagène possède une structure propre et se retrouve dans des organes particuliers. Par exemple, le collagène de type I intervient dans la formation de la peau, des tendons, des os et de la cornée, tandis que le type III se retrouve au niveau du système cardiovasculaire.

Document n°2 : Deux acides aminés.



Hydroxylysine



Hydroxyproline

Document n°3 : Les cordes d'un violon.

Le violon comporte quatre cordes : de l'aigu au grave la corde de **mi** (ou chanterelle), la corde de **la**, la corde de **ré** et la corde de **sol** (le bourdon). Les autres notes et les notes altérées sont obtenues en positionnant les doigts de la main gauche (sauf le pouce) sur les cordes pour en raccourcir la longueur et donner ainsi une autre note. Aujourd'hui les cordes sont notées de I à IV en partant du **mi**.

La tension des différentes cordes est sensiblement la même (celle de **mi** est toutefois un peu plus tendue). Pour qu'elles rendent une note différente, on joue sur le diamètre des cordes.

La tension des cordes est assurée par des clés qui se trouvent sur la volute (la tête du violon) ou par des vis (tendeurs) qui sont situées sur le cordier (l'utilisation des vis est plus facile pour les débutants).

Pendant longtemps les cordes étaient fabriquées à partir de lanières tirées de l'intestin grêle (le boyau) du mouton, ces lanières étaient torsadées. Seule la corde de **sol** était composée de lanières de boyau entourées d'un fil d'argent. Au début du XX^e siècle la corde de **mi** est remplacée par une corde d'acier (moins facile à "casser"). Les cordes de **ré** et de **la** étaient entourées d'aluminium.

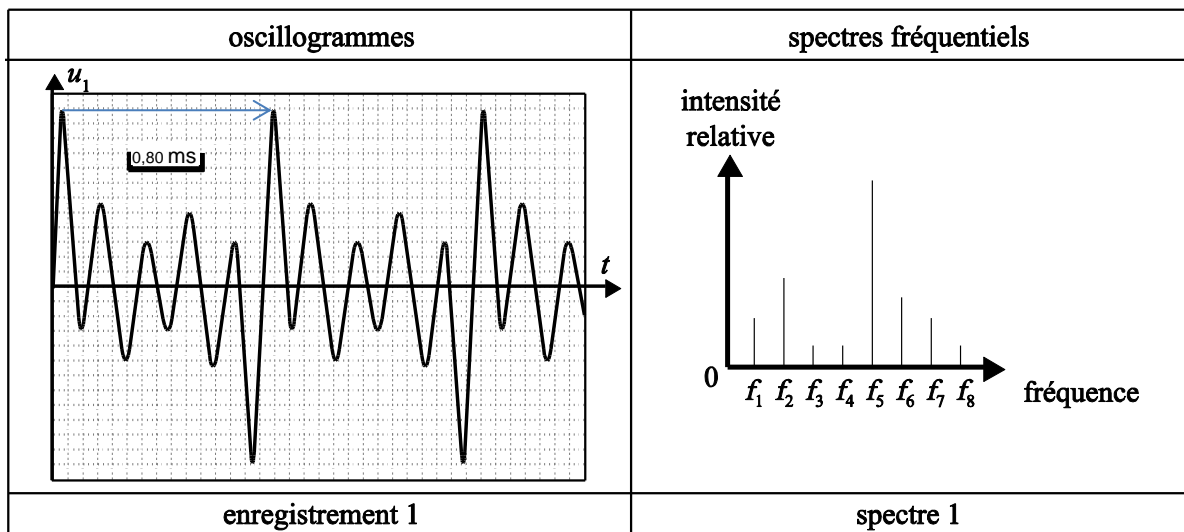
Document n°4 : Hauteur d'un son..

... En acoustique musicale, la **hauteur** désigne la fréquence fondamentale en Hertz d'un son. En musique, c'est l'une des quatre caractéristiques d'une note de musique, que sont **la hauteur, la durée, l'intensité et le timbre**.

La hauteur — relative — d'une note dans une échelle musicale s'appelle **degré**.

...

Document n°5 : Enregistrement d'une note jouée par un violon.



Document n°6 : Notes musicales et fréquences.

Fréquences des hauteurs (en Hertz)

Noteloctave	0	1	2	3	4	5	6	7
Do	32,70	65,41	130,81	261,63	523,25	1046,50	2093,00	4186,01
Do#	34,65	69,30	138,59	277,18	554,37	1108,73	2217,46	4434,92
Ré	36,71	73,42	146,83	293,66	587,33	1174,66	2349,32	4698,64
Ré#	38,89	77,78	155,56	311,13	622,25	1244,51	2489,02	4978,03
Mi	41,20	82,41	164,81	329,63	659,26	1318,51	2637,02	5274,04
Fa	43,65	87,31	174,61	349,23	698,46	1396,91	2793,83	5587,65
Fa#	46,25	92,50	185,00	369,99	739,99	1479,98	2959,96	5919,91
Sol	49,00	98,00	196,00	392,00	783,99	1567,98	3135,96	6271,93
Sol#	51,91	103,83	207,65	415,30	830,61	1661,22	3322,44	6644,88
La	55,00	110,00	220,00	440,00	880,00	1760,00	3520,00	7040,00
La#	58,27	116,54	233,08	466,16	932,33	1864,66	3729,31	7458,62
Si	61,74	123,47	246,94	493,88	987,77	1975,53	3951,07	7902,13

Questions

1. Écrire les formules topologiques des molécules d'hydroxylysine et d'hydroxyproline.
2. Repérer par une étoile les carbones asymétriques des molécules.
3. Sur l'annexe A **RENDRE AVEC LA COPIE**, compléter la représentation des deux énantiomères de l'hydroxylysine.
4. Entourer et nommer les groupes caractéristiques de ces deux molécules sur les formules topologiques de la **question 1**.
5. Qu'est-ce que le son ? Attention, la définition doit être la plus complète possible.
6. Rappeler le domaine fréquentiel audible.

7. La **figure 1 document 5** représente l'enregistrement d'un violon jouant un La₃, note La de l'octave 3. Quelle est la hauteur f_1 du son joué sur l'enregistrement n°1 du document n°5 ?
8. Retrouver ce résultat à partir d'un calcul graphique depuis l'enregistrement.
9. Comment nomme-t-on f_1 parmi les différentes fréquences (**Spectre 1 document 5**) qui compose ce son complexe ?
10. Préciser les valeurs des fréquences $f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7$ et f_8 du **spectre 1 du document n°5**.
11. Comment nomme-t-on ces différentes fréquences ?
12. Déterminer la longueur d'onde du son émis correspondant à la fréquence f_1 .
13. En annexe est donné l'enregistrement d'un son de fréquence 880 Hz par un diapason.
 - 13.1. Quelle caractéristique présente cet enregistrement ?
 - 13.2. Compléter le **spectre 2** en fréquence de cet **enregistrement 2**. Justifier.

EXERCICE III - À PROPOS DE LA PROTECTION CONTRE LE BRUIT (5 POINTS)

Dans cet exercice on cherche à évaluer le niveau sonore auquel peut être exposé un ouvrier sur un chantier de construction et on présente une technologie innovante de lutte contre le bruit.

Les documents nécessaires sont regroupés en fin d'exercice.

1. Il existe deux types de casque anti-bruit : les casques dits *passifs* et les casques dits *actifs*. À quelle catégorie appartient le casque NoiseMaster® équipé de la technologie ANR® (Active Noise Reduction®). Pourquoi appartient-il à cette catégorie.
2. On considère un bruit extérieur, reçu par une personne sur un chantier, caractérisé par une intensité sonore $I_1 = 1,0 \times 10^{-3} \text{ W.m}^{-2}$ à la fréquence de 500 Hz.
 - 2.1. Calculer le niveau sonore L_1 du son reçu par cette personne (sans casque).
 - 2.2. En déduire le niveau sonore L_2 du son à travers un casque de protection « NoiseMaster® », puis calculer l'intensité sonore I_2 correspondante.
3. Sur un chantier de travaux publics, un ouvrier (sans casque) est placé à une distance $R = 1,0 \text{ m}$ d'un engin émettant un bruit de fréquence moyenne 125 Hz avec une puissance sonore $P = 15 \text{ mW}$.
 - 3.1. Déterminer, en justifiant, si le bruit perçu par cet ouvrier présente un danger pour son système auditif.
 - 3.2. L'ouvrier met son casque avec protection « NoiseMaster® ». Quel est alors le niveau sonore ressenti ? Le danger persiste-t-il ?
 - 3.3. L'ouvrier retire son casque et s'éloigne pour se positionner à 10 m de l'engin. Cette opération est-elle plus efficace que celle décrite en 3.2. en termes de protection contre le bruit ?

DOCUMENTS POUR L'EXERCICE III

Document 1 : Quelques données.

- Relation entre le niveau sonore L (dB) et intensité sonore I (W.m^{-2}) : $L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$ avec
 - $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$, intensité sonore de référence.
- L'intensité sonore I à une distance R (m) d'une source émettant dans toutes les directions est reliée à la puissance sonore P (W) de cette source par la relation $I = \frac{P}{S}$ où S représente la surface de la sphère de rayon R ($S = 4\pi R^2$).
- Si $\log(\mathbf{a}) = \mathbf{b}$, alors $\mathbf{a} = 10^{\mathbf{b}}$.

Document 2 : Échelle de niveaux sonores.

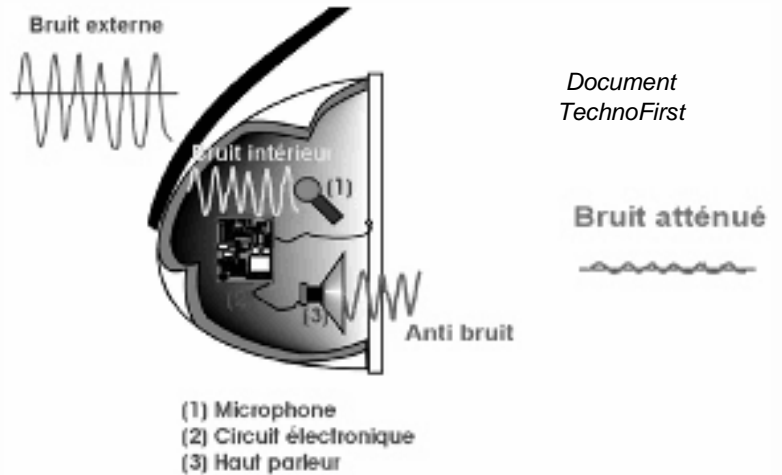
Niveau sonore (dB)	0	60	85	90	120
Effet sur l'auditeur	Limite d'audibilité	Bruit gênant	Seuil de risque	Seuil de danger	Seuil de douleur

Document 3 : Casque actif anti bruit.

La société TechnoFirst® a développé la gamme de casques NoiseMaster® équipés de la technologie ANR® (Active Noise Reduction®).

La technologie ANR® repose sur un système électronique miniaturisé (2) placé à l'intérieur de la coquille du casque. Ce système est connecté d'une part à un petit microphone (1) qui capte le bruit ambiant et d'autre part à un petit haut-parleur (3) qui génère le « contre bruit » à proximité de l'oreille de façon à atténuer considérablement le bruit qui arrive au tympan.

Ce casque nécessite l'utilisation de piles électriques.

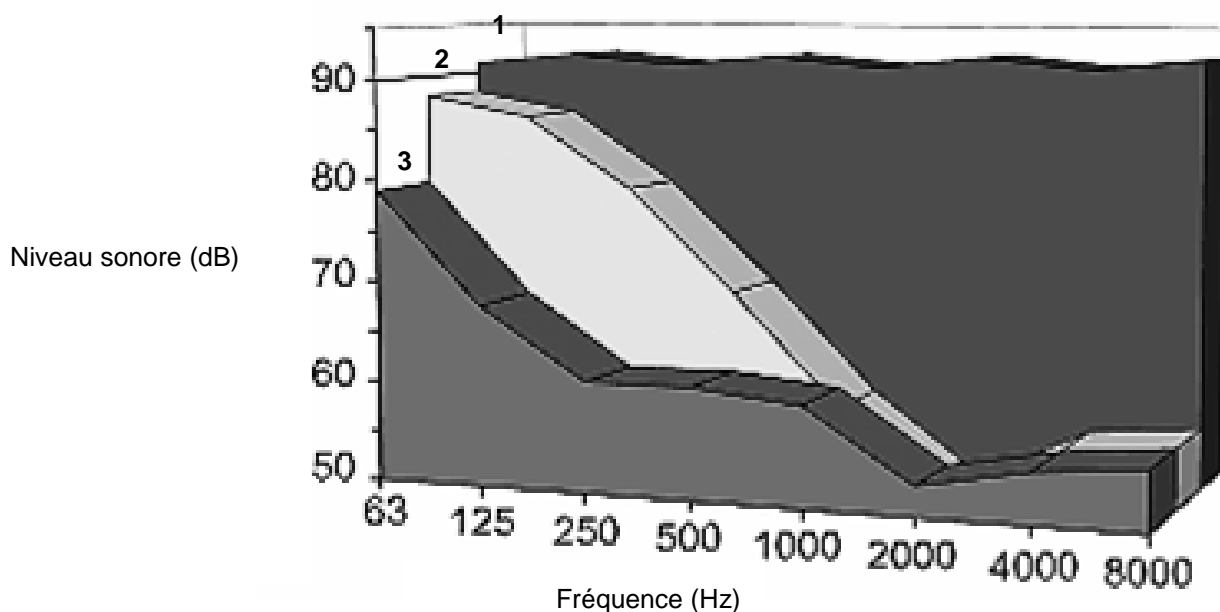


Source : www.technofirst.com

Document 4 : Les différents types de casques antibruit.

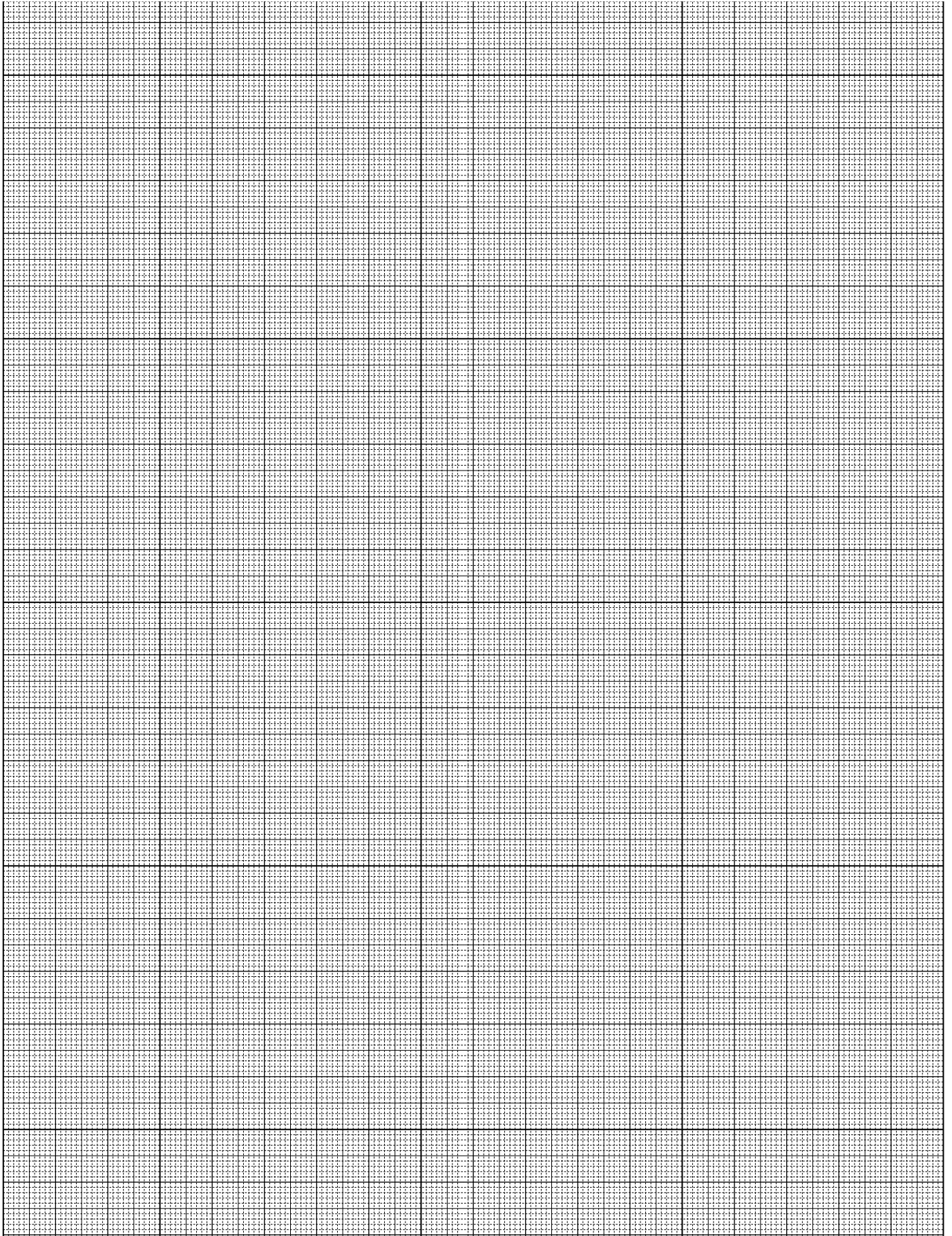
Il existe deux types de casques antibruit : les casques passifs et les casques actifs.

Le graphe ci-dessous donne les atténuations des niveaux sonores apportés par ces deux types de casques. Pour un niveau sonore de bruit donné (courbe 1), la courbe 2 donne le niveau sonore après atténuation apportée par un casque passif et la courbe 3 celle apportée par un casque actif.



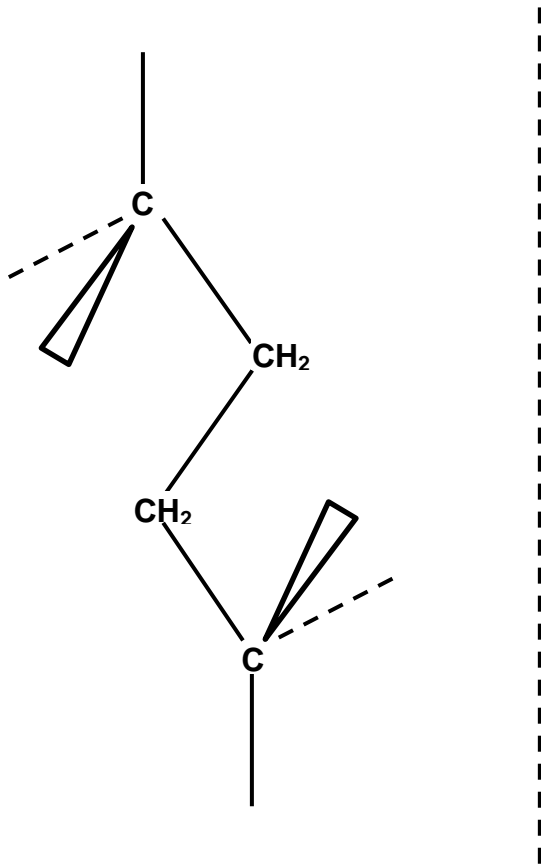
ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

ANNEXE DE L'EXERCICE I



ANNEXE DE L'EXERCICE II

Question 3. : Énantiomères de l'hydroxylysine.



Question 13. : Le diapason.

