

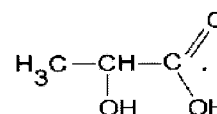
## EXERCICE I : ACIDE LACTIQUE ET MÉDECINE ANIMALE (7 points)

Des tests d'effort sont pratiqués par des vétérinaires afin d'évaluer la condition physique des chevaux. Celle-ci est liée à l'apparition d'acide lactique dans les muscles pouvant entraîner des crampes douloureuses après un exercice physique prolongé. L'acide lactique est également à la base de la fabrication d'un polymère biodégradable, l'acide polylactique, utilisé en chirurgie vétérinaire pour réaliser des sutures.

**Les parties 1, 2 et 3 sont indépendantes.**

### 1. L'acide lactique

La formule semi-développée de l'acide lactique est la suivante :



#### 1.1. Étude de la molécule d'acide lactique

- 1.1.1. Donner la formule topologique de cet acide.
- 1.1.2. Entourer sur la représentation précédente les groupes caractéristiques présents dans la molécule et les nommer.
- 1.1.3. Justifier la chiralité de la molécule d'acide lactique et représenter ses stéréoisomères. Préciser le type de stéréoisomérisation.

#### 1.2. Analyse spectroscopique

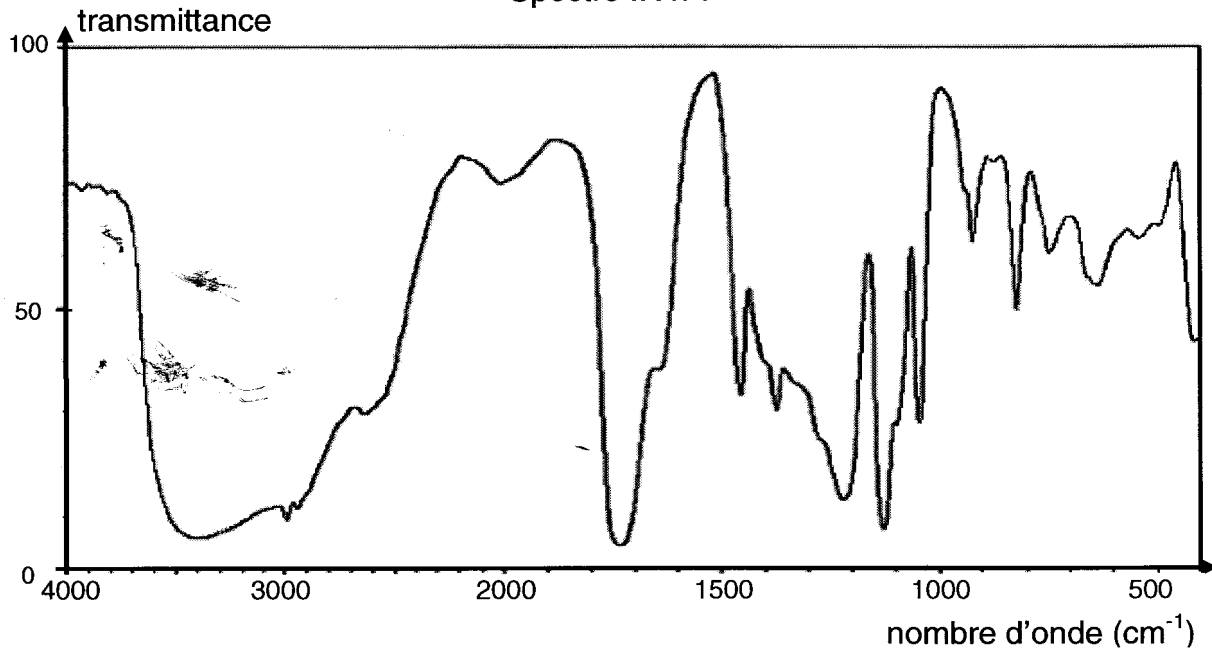
- 1.2.1. Parmi les spectres IR proposés dans le document 1 ci-après, choisir en justifiant celui correspondant à l'acide lactique.
- 1.2.2. Prévoir, en justifiant la réponse, le nombre de signaux présents dans le spectre RMN de l'acide lactique ainsi que leur multiplicité.

**Donnée :** bandes d'absorption en spectroscopie IR

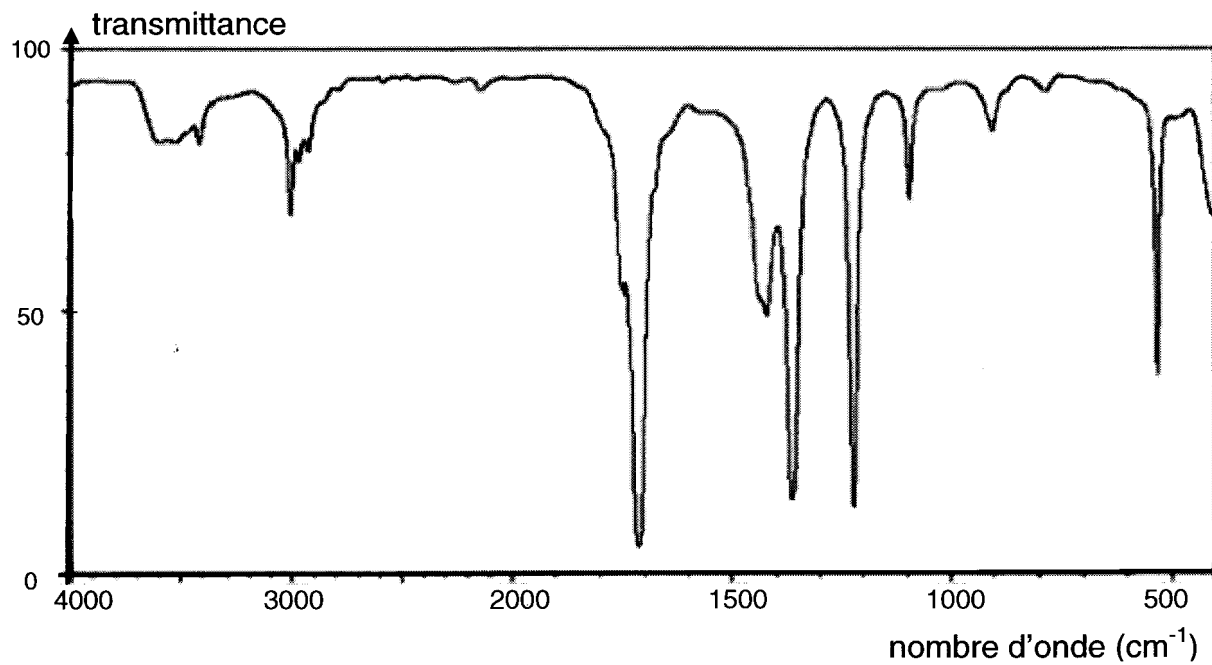
Liaison	C-C	C=O	O-H (acide carboxylique)	C-H	O-H (alcool)
Nombre d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ )	1000-1250	1700-1800	2500-3200	2800-3000	3200-3700

**Document 1 : Spectres IR**

Spectre IR n°1



Spectre IR n°2



## 2. Test d'effort d'un cheval

Le test d'effort d'un cheval est constitué de plusieurs phases. Durant chacune d'elles, le cheval se déplace à une vitesse constante qui est augmentée d'une phase à l'autre et on mesure sa fréquence cardiaque ainsi que sa vitesse. Une prise de sang est effectuée à l'issue de chaque temps d'effort afin de doser l'acide lactique.

**Donnée :** masse molaire de l'acide lactique :  $90,0 \text{ g.mol}^{-1}$

### 2.1. Dosage de l'acide lactique après une phase du test

Le cheval court durant trois minutes à la vitesse de 500 m/min. Un vétérinaire prélève ensuite sur ce cheval un volume  $V = 1,00 \text{ mL}$  de sang dont il extrait l'acide lactique. Cet acide est dissous dans l'eau pour obtenir une solution S de volume  $V_S = (50,0 \pm 0,05) \text{ mL}$ . Il réalise le dosage de la totalité de cette solution S par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium  $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$  de concentration molaire  $C_1 = (1,00 \pm 0,01) \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ . L'équivalence est obtenue pour un volume de solution d'hydroxyde de sodium ajoutée  $V_E = (4,0 \pm 0,4) \text{ mL}$ .

2.1.1. Écrire l'équation de la réaction support du dosage en utilisant la notation AH pour l'acide lactique.

2.1.2. Exprimer la concentration molaire  $C_S$  en acide lactique de la solution S puis calculer sa valeur.

2.1.3. L'incertitude relative d'une grandeur X est définie par le rapport  $\frac{\Delta X}{X}$ .

On admet qu'une incertitude relative est négligeable devant une autre, si elle est environ dix fois plus petite. Dans l'hypothèse où les incertitudes relatives sur  $V_S$  et  $C_1$  sont négligeables devant celle sur  $V_E$ , on admet que l'incertitude relative  $\frac{\Delta C_S}{C_S}$  est égale à  $\frac{\Delta V_E}{V_E}$ .

Déterminer l'encadrement de la concentration molaire en acide lactique  $C_S$  obtenue par le vétérinaire.

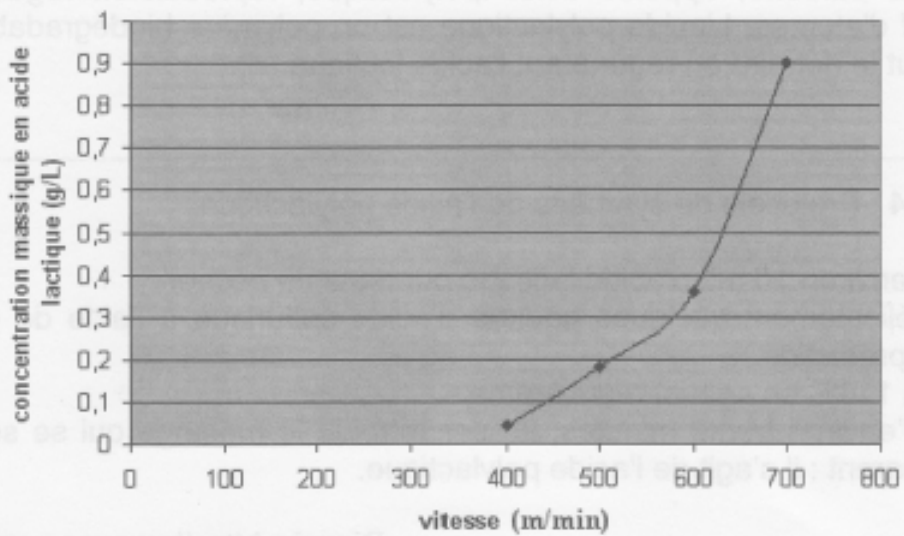
2.1.4. En déduire l'encadrement de la concentration molaire C en acide lactique dans le sang du cheval.

### 2.2. Évaluation de la condition physique du cheval

Le cheval a subi un test similaire trois semaines auparavant. À l'aide des documents 2 et 3, déterminer si le cheval examiné par le vétérinaire est actuellement en meilleure forme que trois semaines auparavant.

**Donnée :** Pour une vitesse donnée, un cheval est d'autant plus performant que la concentration en acide lactique de son sang est faible.

**Document 2 :** Concentration massique en acide lactique à l'issue de différentes phases d'un test d'effort en fonction de la vitesse, pour un test réalisé trois semaines auparavant.



**Document 3 :** « paramètre V4 »

Le « paramètre V4 » est défini par la valeur de la vitesse qui correspond à une concentration en acide lactique de  $0,36 \text{ g.L}^{-1}$ . Ce paramètre est assimilable à un seuil de fatigue. Il dépend de l'âge du cheval, de son niveau d'entraînement et de sa capacité individuelle à l'effort.

D'après <http://pegase.mayenne>

### 3. Polymérisation de l'acide lactique

Une molécule d'acide lactique peut, dans certaines conditions, réagir avec une autre molécule d'acide lactique pour former une molécule de chaîne plus longue, à six atomes de carbone. À son tour cette dernière peut réagir avec une autre molécule d'acide lactique pour donner une molécule encore plus longue et ainsi de suite.

On obtient ainsi une molécule de polymère constituée d'un très grand nombre d'atomes de carbone, appelée acide polylactique, reproduisant régulièrement le même motif d'atomes. L'acide polylactique est un polymère biodégradable : l'action de l'eau peut le détruire en régénérant l'acide lactique.

#### **Document 4** : Protocole de synthèse de l'acide polylactique

- Introduire environ 10 mL d'acide lactique pur dans un bécher.
- Ajouter délicatement quelques gouttes d'acide sulfurique à l'aide de gants et de lunettes de protection.
- Chauffer à 110°C en agitant régulièrement.
- Au bout d'environ trente minutes, laisser refroidir le mélange qui se solidifie mais reste transparent : il s'agit de l'acide polylactique.

D'après <http://www.ac-nancy-metz.fr/>

3.1. La polymérisation de l'acide lactique est-elle lente ou rapide ? Justifier.

3.2. Citer un paramètre influençant l'évolution temporelle de cette réaction chimique.

3.3. Proposer un protocole permettant de vérifier que l'acide sulfurique est un catalyseur de cette réaction.

## EXERCICE II : LE RUGBY, SPORT DE CONTACT ET D'ÉVITEMENT (8 points)

*Le rugby est un sport d'équipe qui s'est développé dans les pays anglo-saxons à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle.*

Pour simplifier l'étude, les joueurs et le ballon seront supposés ponctuels.

**Les parties 1 et 2 sont indépendantes.**

### 1. Le rugby, sport de contact

#### Document 1 : Le plaquage

Il y a « plaquage » lorsqu'un joueur porteur du ballon, sur ses pieds dans le champ de jeu, est simultanément tenu par un ou plusieurs adversaires, qu'il est mis au sol et/ou que le ballon touche le sol. Ce joueur est appelé « joueur plaqué ».

D'après <http://www.francerugby.fr/>

Un joueur A de masse  $m_A = 115 \text{ kg}$  et animé d'une vitesse  $v_A = 5,0 \text{ m.s}^{-1}$  est plaqué par un joueur B de masse  $m_B = 110 \text{ kg}$  de vitesse négligeable.

1.1. Dans quel référentiel les vitesses sont-elles définies ?

1.2. On suppose que l'ensemble des deux joueurs est un système isolé.

Exprimer, en justifiant le raisonnement, la vitesse des deux joueurs liés après l'impact puis calculer sa valeur.

### 2. Le rugby, sport d'évitement

#### Document 2 : La chandelle

Au rugby, une « chandelle » désigne un coup de pied permettant d'envoyer le ballon en hauteur par dessus la ligne de défense adverse. L'objectif pour l'auteur de cette action est d'être au point de chute pour récupérer le ballon derrière le rideau défensif.

D'après <http://www.francerugby.fr/>

On se place dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

Le champ de pesanteur terrestre est considéré uniforme, de valeur  $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$ .  
On négligera toutes les actions dues à l'air.

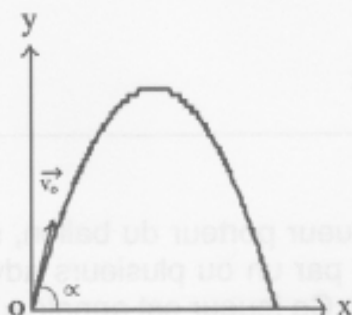
Le joueur A est animé d'un mouvement rectiligne uniforme de vecteur vitesse  $\vec{v}_1$ .  
Afin d'éviter un plaquage, il réalise une chandelle au-dessus de son adversaire.

On définit un repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  :

- origine : position initiale du ballon ;
- vecteur unitaire  $\vec{i}$  de même direction et de même sens que  $\vec{v}_1$  ;
- vecteur unitaire  $\vec{j}$  vertical et vers le haut.

À l'instant  $t = 0$  s, le vecteur vitesse du ballon fait un angle  $\alpha$  égal à  $60^\circ$  avec l'axe Ox et sa valeur est  $v_0 = 10,0 \text{ m.s}^{-1}$ .

Le graphique ci-dessous représente la trajectoire du ballon dans le repère choisi.



## 2.1. Étude du mouvement du ballon

2.1.1. Établir les coordonnées  $a_x$  et  $a_y$  du vecteur accélération du point M représentant le ballon.

2.1.2. Montrer que les équations horaires du mouvement du point M sont :

$$x(t) = (v_0 \cos \alpha)t \quad \text{et} \quad y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \sin \alpha)t$$

2.1.3. En déduire l'équation de la trajectoire du point M :

$$y(x) = -\frac{g}{2(v_0 \cos \alpha)^2} x^2 + (\tan \alpha) x$$

2.1.4. Le tableau de l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE** rassemble les représentations graphiques de l'évolution dans le temps des grandeurs  $x$ ,  $y$ ,  $v_x$ , et  $v_y$ , coordonnées des vecteurs position et vitesse du point M. Dans le tableau de l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, écrire sous chaque courbe l'expression de la grandeur qui lui correspond et justifier.

## 2.2. Une « chandelle » réussie

2.2.1. Déterminer par le calcul le temps dont dispose le joueur pour récupérer le ballon avant que celui-ci ne touche le sol.

Vérifier la valeur obtenue en faisant clairement apparaître la réponse sur l'un des graphes du tableau de l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**.

2.2.2. Déterminer de deux manières différentes la valeur de la vitesse  $v_1$  du joueur pour que la chandelle soit réussie.

**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**

**EXERCICE II : LE RUGBY, SPORT DE CONTACT ET D'ÉVITEMENT**

Tableau rassemblant les représentations graphiques de l'évolution dans le temps des grandeurs  $x$ ,  $y$ ,  $v_x$ , et  $v_y$ .

<p>Équation :</p> <p>Justification :</p>	<p>Équation :</p> <p>Justification :</p>
<p>Équation :</p> <p>Justification :</p>	<p>Équation :</p> <p>Justification :</p>



### EXERCICE III : L'IMPLANT COCHLÉAIRE (5 points)

*La plupart des surdités totales, profondes ou sévères, quelles qu'en soient l'origine et l'ancienneté, peuvent être maintenant partiellement réhabilitées par l'implantation chirurgicale, sous les cheveux et dans l'oreille, d'un système électronique piloté de l'extérieur par un émetteur extérieur caché derrière l'oreille.*

Les documents utiles à la résolution sont rassemblés en fin d'exercice.

Paul, 40 ans, rencontre des troubles auditifs profonds. Son médecin O.R.L (Oto-Rhino-Laryngologie) lui annonce que son audiogramme correspond maintenant à celui d'une personne de 90 ans.

Il lui propose la pose d'un implant cochléaire tout en l'informant qu'une réadaptation sera nécessaire pour retrouver une audition satisfaisante. Paul accepte l'opération.

#### 1. Étude de l'implant cochléaire

À l'aide des documents et des connaissances nécessaires, rédiger en 20 lignes maximum, une synthèse argumentée répondant à la problématique suivante :

**« Comment est-il possible d'envisager l'amélioration du fonctionnement de l'implant cochléaire afin d'éviter la réadaptation ? »**

Pour cela, préciser les différents types de sons audibles et ce qui les distingue. Identifier ensuite les éléments de la chaîne de transmission de l'information arrivant à l'oreille jusqu'à la cochlée. Proposer ensuite une explication de la dégradation du signal perçu en précisant l'élément de cette chaîne lieu de cette dégradation. Enfin, indiquer, en justifiant, un paramètre sur lequel on peut influencer pour améliorer la qualité de l'information transmise. Préciser, en le justifiant, quelle évolution il faudra lui faire subir.

#### 2. Analyse des performances auditives par audiométrie tonale

L'implant de Paul lui permet d'augmenter ses performances auditives et de retrouver ainsi un audiogramme correspondant à celui d'une personne de 60 ans.

Un son de fréquence égale à 4,0 kHz et de niveau sonore égal à 100 dB parvient à l'oreille de Paul.

Déterminer les niveaux sonores du son perçu par Paul avec et sans implant cochléaire. Conclure sur la performance de l'appareillage de Paul en calculant le rapport des intensités sonores avec et sans implant.

**Donnée :**

Le niveau d'intensité sonore  $L$  (en dB) est lié à l'intensité sonore  $I$  (en  $W.m^{-2}$ ) par :

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

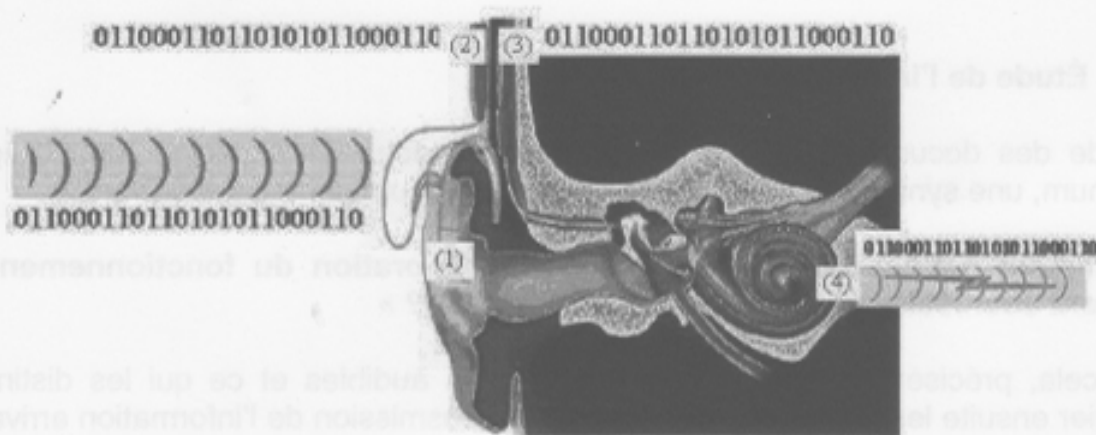
où  $I_0$  est le seuil d'audibilité ( $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} W.m^{-2}$ ).

**Document 1 : Fonctionnement de l'implant cochléaire****La partie externe :**

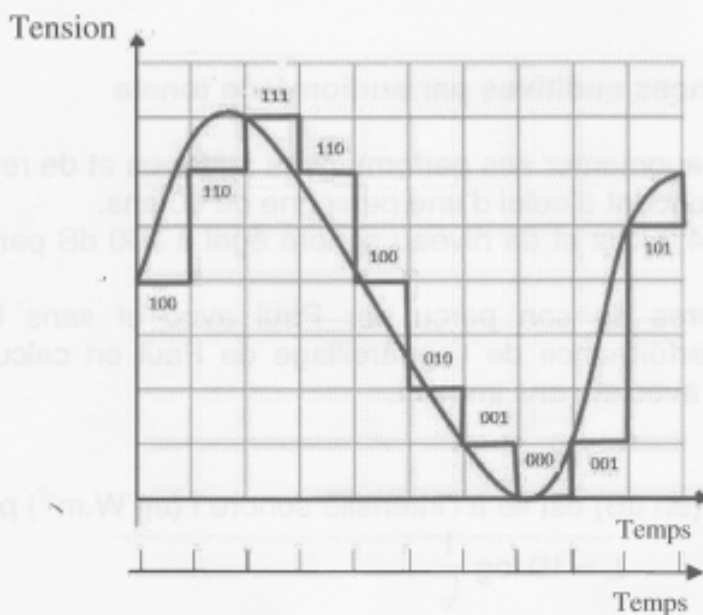
Un processeur vocal (1), intégrant un microphone et placé derrière le pavillon de l'oreille, reçoit les sons, les analyse, les code en signaux numériques qu'il envoie à l'antenne (2). Cette dernière transmet les signaux à travers la peau à la partie interne implantée (3).

**La partie interne :**

Implantée chirurgicalement (3), la partie interne réceptionne puis véhicule les signaux électriques jusqu'à un faisceau d'électrodes (4) placé dans la cochlée. Le rôle de ce faisceau est d'émettre des impulsions électriques qui stimulent les fibres du nerf auditif. L'influx nerveux créé est envoyé vers le cerveau où il est analysé et interprété.



D'après <http://www.cochlea.org/implants.html>

**Document 2 : Conversion analogique-numérique d'un signal issu du microphone**

Commande de l'échantillonneur  
période  $T_e$

D'après <http://www.edumedia-sciences.com/fr>

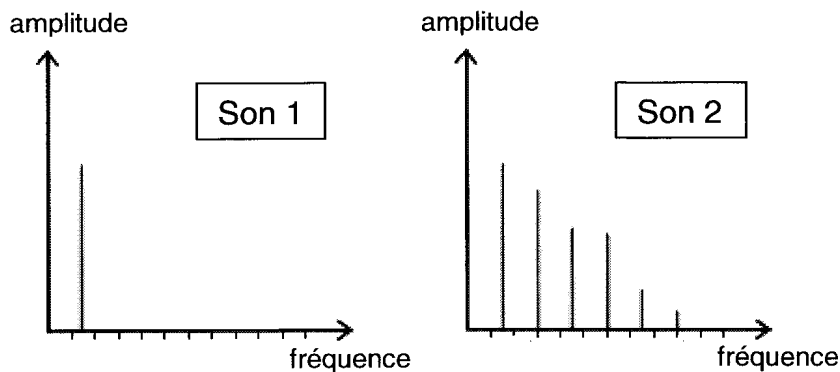
### Document 3 : Dégradation du signal auditif

Entendre, ce n'est pas comprendre !  
Comprenez-vous le japonais? Pourtant, vous entendez parfaitement !  
La réadaptation après la pose chirurgicale d'un implant est absolument nécessaire pour apprendre à reconnaître ce qui est entendu avec cet appareil.  
Voici ci-contre l'analogie visuelle d'un mot : « CLARTÉ », tel qu'on peut le percevoir dans ses versions dégradée et non dégradée.

CLARTÉ  
CLARTÉ  
CLARTÉ

D'après : <http://www.centreinterval.gc.ca/>

### Document 4 : Spectres de deux sons



### Document 5 : Diagramme d'audiométrie tonale

L'audiométrie tonale est une technique permettant d'évaluer la perte auditive d'un individu, exprimée en dB, pour l'ensemble des fréquences conversationnelles situées entre 125 et 8 000 Hz.  
Le diagramme donné ci-contre est appelé **audiogramme**.

