

Physique-chimie enseignement spécifique

EXERCICE I : (6 points) : bluRay Hifi pure audio
 EXERCICE II : (9 points) : De la chimie dans nos prés
 EXERCICE III : (5 points) : L'enregistrement d'un groupe de musique

EXERCICE I : Blu-Ray Hifi Pure Audio

Document 1 : principe du disque optique

La technique du disque LASER repose sur une méthode optique : un faisceau de lumière cohérente (LASER) vient frapper le disque en rotation. Des cavités sont creusées à la surface réfléchissante du disque, produisant des variations binaires de l'intensité lumineuse du rayon réfléchi qui sont enregistrées par un capteur.

L'information binaire peut être ensuite transformée en un signal analogique par un convertisseur.

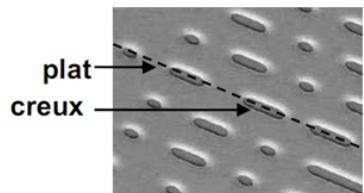
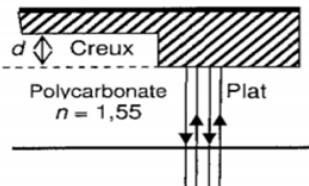


Figure 1



Le faisceau lumineux, constitué d'une lumière monochromatique de longueur d'onde λ_0 dans le vide est émis par la diode LASER. Il traverse une couche protectrice transparente en polycarbonate dont l'indice est $n = 1,55$, puis il est réfléchi par le disque et détecté par la photodiode.

Lors de la détection d'un 0, le faisceau est entièrement réfléchi par un plateau ou par un cratère (figure 1). Tous les rayons composant le faisceau ont donc parcouru un même trajet. Lors de la détection d'un 1, le faisceau laser passe d'un plateau à un cratère ou inversement.

Une partie du faisceau est alors réfléchie par le plateau et l'autre partie par le cratère. Tous les rayons composant le faisceau n'ont donc pas parcouru le même trajet.

On note ΔL la différence de parcours des deux parties du faisceau qui se superposent et interfèrent lors de leur détection.

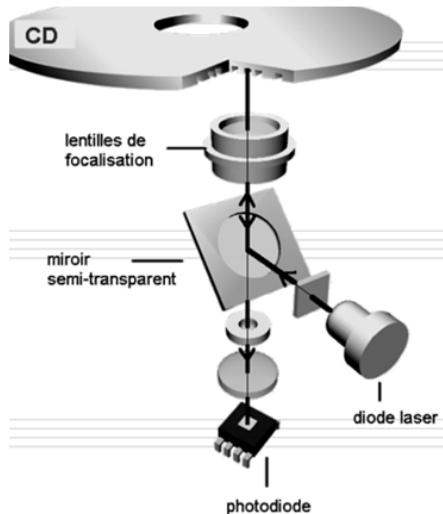
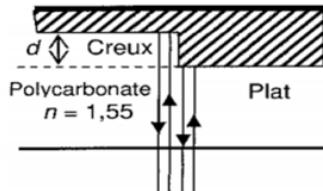
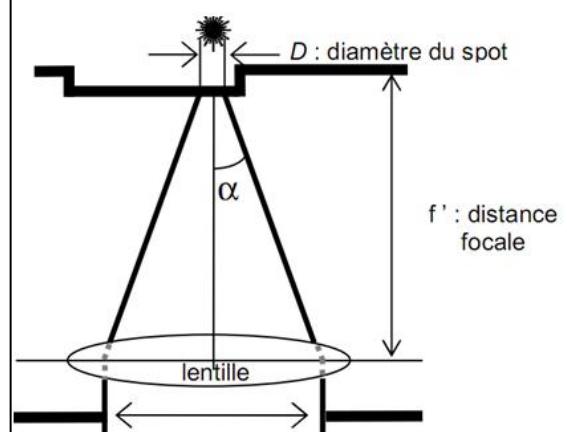


Figure 2



Document 2 : longueur d'onde et diamètre du spot LASER pour un blu ray

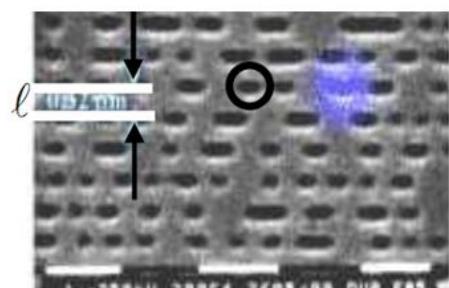


$$D = 1,22 \cdot \frac{\lambda_0}{NA}$$

Blu-ray Disc

$\lambda_0 = 405 \text{ nm}$
 $NA = 0,85$

ℓ : espace entre 2 lignes de données



$$\ell = 0,30 \mu\text{m}$$

Document 3 : quelques propriétés de disques optiques

Type de support	CD	DVD	Blu-ray
Longueur d'onde dans l'air	780 nm	650 nm	405 nm
Longueur d'onde dans le polycarbonate	503 nm	419 nm	261 nm
Capacité réelle de stockage	700 Mo	4,7 Go	25 Go
Distance entre pistes	1,6 μm	0,74 μm	0,3 μm
Largeur du faisceau	2,1 μm	1,2 μm	0,6 μm

Partie 1 : DISQUES OPTIQUES

- 1- *Quand 2 faisceaux de lumière LASER interfèrent, l'interférence peut être constructive ou destructive suivant la différence de marche Δl des 2 faisceaux.*

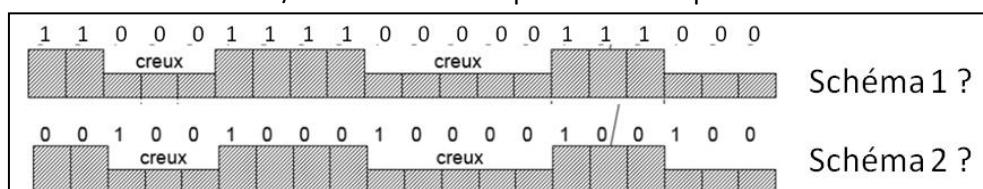
1.1- Laquelle des 2 formules suivantes correspond à une différence de marche où les interférences sont destructives : $\Delta l = k \times \lambda$ ou $\Delta l = (2k+1) \times \lambda/2$ (avec $k \in \mathbb{N}$)

1.2- Parmi les figures 1 et 2 du document 1, laquelle peut correspondre à des interférences destructives

1.3- Dans le cas du Blu-Ray, sachant que la vitesse de la lumière dans une matière transparente est $v = c/n$ (avec n indice de réfraction du polycarbonate $n = 1.55$) montrer que la longueur d'onde du faisceau LASER dans le polycarbonate est bien celle indiquée dans le document 3.

1.4- Montrer que la profondeur du creux doit être de $\lambda/4$ et calculer cette profondeur en μm .

1.5- Quelle est le schéma correct de l'information binaire obtenue parmi les 2 ci-contre :



- 2- **Le spot LASER (document 2)**

2.1- Le faisceau LASER très fin est focalisé en passant par une trou muni d'une lentille et pourtant il ne peut pas être ponctuel, ceci est-il du à un phénomène de réfraction ? de diffraction ? ou d'interférence ?

2.2- En utilisant les données du document 2, vérifier que le diamètre D du spot dans le cas de la technologie Blu-ray est compatible avec la distance 2ℓ qui sépare trois lignes de données sur le disque.

2.3- Pourquoi d'après le document 3 les distances entre les pistes doivent être plus grandes dans le cas des CD et des DVD ?

2.4- Pourquoi un lecteur de CD ne peut pas lire un disque Blu-ray, trouver 2 justifications.

- 3- *L'information binaire peut être ensuite transformée par une carte-son sur un ordinateur et être restituée en onde sonore par un haut-parleur.* Associer le travail de la carte son et du haut-parleur aux termes suivants : transducteur électroacoustique, convertisseur numérique-analogique ou convertisseur analogique-numérique.

Partie 2 : stockage de données sur un disque CD ou Blu-Ray

Voici les données d'un même morceau de musique avec une fréquence d'échantillonnage standard de 44100 Hz et une autre version en haute résolution avec une fréquence d'échantillonnage de 96000 Hz.

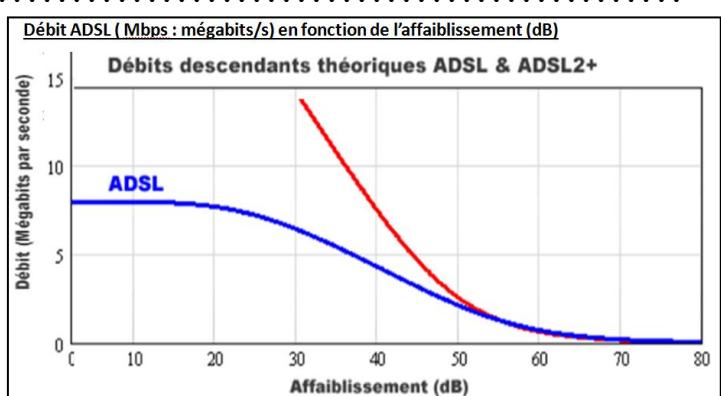
File size	156MB (163 946 804 bytes)	File size	47.8MB (50 208 740 bytes)
Duration	4:44.630 (27 324 460 samples)	Duration	4:44.630 (12 552 174 samples)
Sample rate	96000 Hz	Sample rate	44100 Hz
Channels	2	Channels	2
Bits per sample	24	Bits per sample	16
Bitrate	4608 kbps	Bitrate	1411 kbps
(Byte= octet)(MB = mégaoctet)		Durée : 4 min 44.630 s	
(sample = échantillon)		(sample rate = fréquence d'échantillonnage)	
Bit per sample : quantification pour une voie		Channels = 2 : enregistrement stéréo avec donc 2 voies de même poids.	

- Retrouver par un calcul le nombre d'échantillons puis le poids en Mo d'un des 2 fichiers au choix. ($1\text{ko} = 1024$ octets, $1\text{Mo} = 1024\text{ ko} ; 1\text{Go} = 1024\text{ Mo}$)
- Combien de minutes de musique haute résolution (96000 Hz) peut-on inclure sur un CD ? sur un Blu-Ray.
Conclure sur l'intérêt du Blu-ray HiFi pour la musique haute résolution.

Partie 3 : streaming haute résolution

Le streaming très utilisée sur Internet permet la lecture d'un flux audio ou vidéo à mesure qu'il est diffusé. Les possibilités du streaming peuvent être limité par le débit réel d'une connexion ADSL qui subit un affaiblissement en moyenne de 15 dB par km de distance au NRA (Noeud de Raccordement d'Abonnés).

Trouver jusqu'à quelle distance du NRA peut-on se trouver si l'on veut écouter en streaming le morceau de musique haute résolution précédent.



EXERCICE II : DE LA CHIMIE DANS NOS PRES

Les parties A et B sont indépendantes.

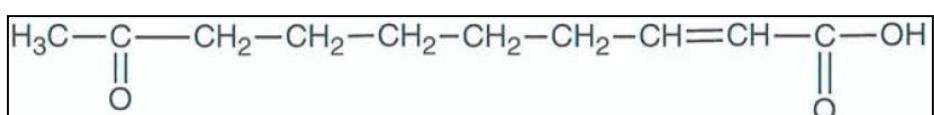
A. LES PHEROMONES DES ABEILLES

L'absence de détection des sons, le peu de sensibilité au toucher, et la déficience de la vue dans l'obscurité de la ruche sont remplacés chez l'abeille par des émissions chimiques comme les phéromones. Ces substances sont produites par tous les individus d'une ruche. La transmission du message chimique induit un changement de comportement des abeilles qui le perçoivent.



1. La phéromone mandibulaire de la reine

Cette phéromone est composée d'un mélange de 5 espèces chimiques. Une de ces espèces identifiée chez l'abeille domestique, et notamment chez la reine, est l'acide (2E)-9-oxodéc-2-èneoïque dont la formule semi-développée est représentée ci-dessous. Elle assure la cohésion de la colonie en commandant aux ouvrières de nourrir la reine, de la toiletter.



Acide 9-oxodéc-2-èneoïque

- 1.1. Recopier la molécule de l'acide 9-oxodéc-2-èneoïque, encadrer et nommer les groupes caractéristiques présents et nommer les familles des fonctions correspondantes.

Une autre de ces espèces chimiques, l'acide 9-hydroxydéc-2-èneoïque, de formule relativement semblable à la précédente, est émise lors du vol nuptial par la reine pour attirer les mâles.

- 1.2. Le groupe caractéristique hydroxy étant $-\text{OH}$, représenter l'acide 9-hydroxydéc-2-èneoïque par analogie avec l'acide 9-oxodéc-2-èneoïque.

2. Phéromone d'alarme et phéromone d'attaque.

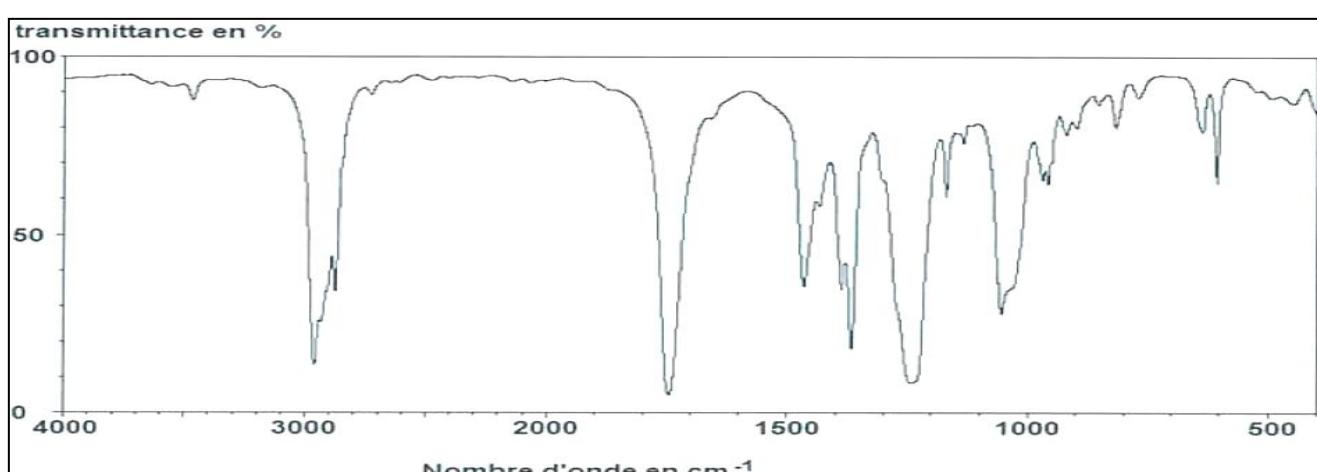
Une des phéromones d'alarme est la molécule n°1. Elle est émise, entre autres, quand un intrus s'approche de la ruche ou qu'une abeille est agressée. La réaction d'alerte est immédiate dans la colonie, mais de courte durée.

La phéromone d'attaque est la molécule n°2. C'est une espèce chimique volatile qui est produite par des cellules bordant la poche à venin. C'est pourquoi, si une abeille pique, les glandes sécrétant cette phéromone restent avec le dard et continuent à émettre le signal d'attaque.

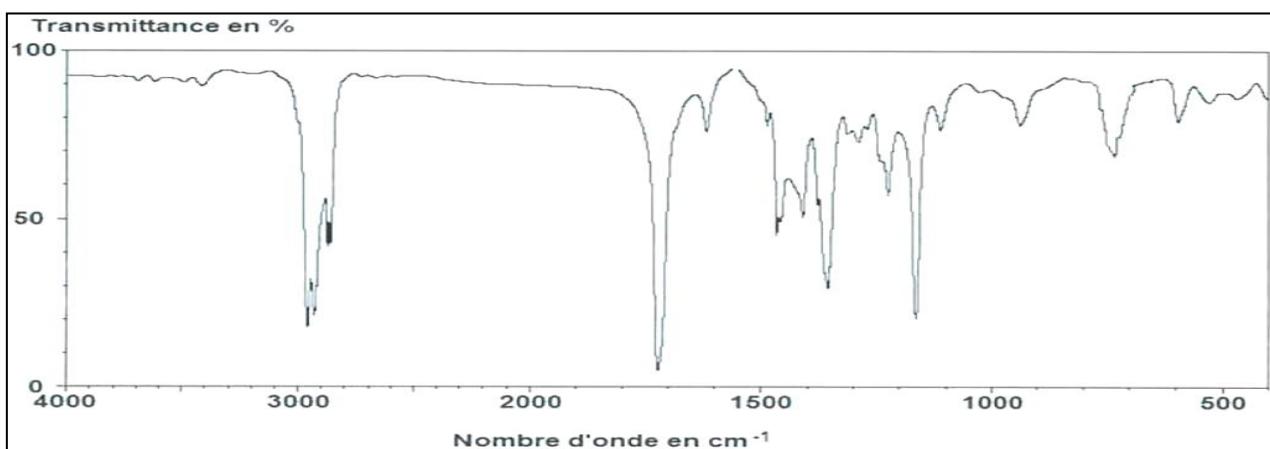
- 2.1. Quels sont les noms des molécules n°1 et n°2 en nomenclature officielle ?

Pour distinguer ces deux phéromones, on peut avoir recours à la spectroscopie infrarouge.

Spectre IR n°1



Spectre IR n°2

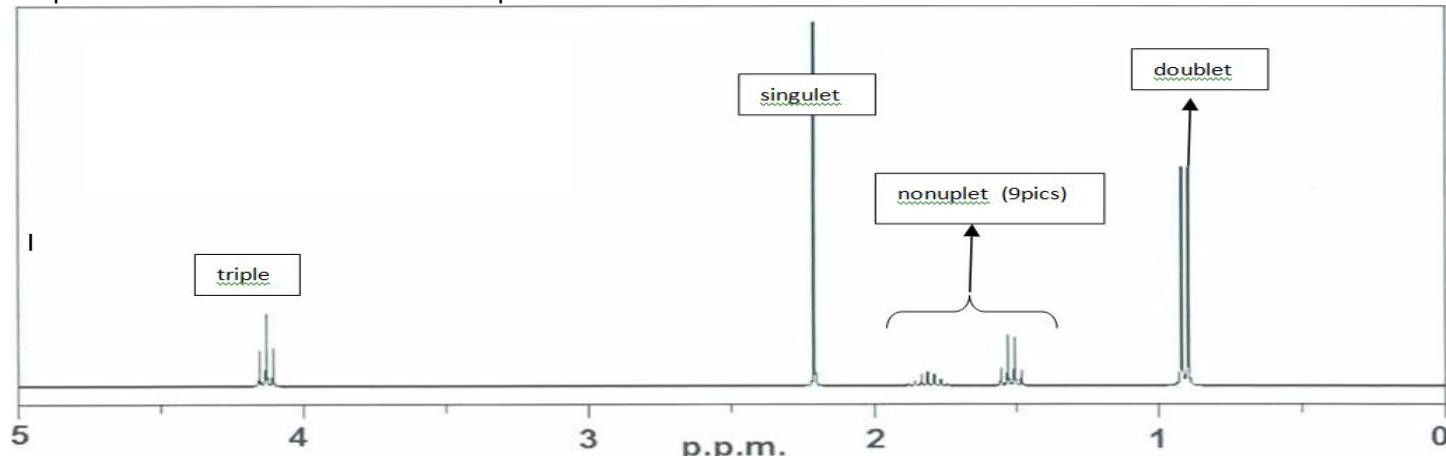


Bandes d'absorption IR de quelques types de liaisons chimiques

Liaison O—H	Entre 3100 et 3500 cm^{-1}	Bande forte et large
Liaison O—H des acides carboxyliques	Entre 2500 et 3300 cm^{-1}	Bande forte et large
Liaison C—H	Entre 2900 et 3100 cm^{-1}	Bande moyenne à forte
Liaison C—H de CHO	Entre 2650 et 2800 cm^{-1}	Double bande moyenne
Liaison C=O	Entre 1700 et 1800 cm^{-1}	Bande forte
Liaison C—O	Entre 1200 et 1300 cm^{-1}	Bande forte

2.2. Attribuer à chaque spectre la molécule de phéromone correspondante, en expliquant votre choix. Pour répondre à cette question, on pourra s'intéresser si besoin est, aux bandes situées en dessous de 1500 cm^{-1}

Le spectre RMN de la molécule n°2 est représenté ci-dessous :



2.3. Recopier sur votre copie la molécule n°2. Repérer et numérotter les groupes de protons équivalents, et justifier clairement que le spectre correspond bien à cette molécule

B. L'EXTRAIT DE RAISIN EN DERMATOLOGIE

L'acide glycolique est le plus petit des acides α -hydroxylés, il sera noté AH.

L'acide glycolique peut être obtenu à partir d'extrait de canne à sucre, de betterave ou de raisin.

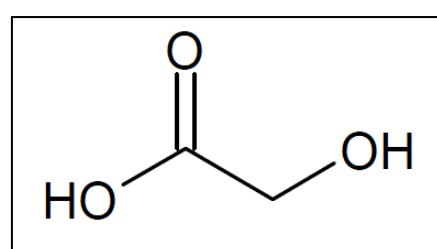
Grâce à son excellente capacité à pénétrer la peau, l'acide glycolique est très utilisé dans les produits de soins pour la peau, le plus souvent dans les peelings (technique destinée à régénérer la peau du visage).

L'acide glycolique permet d'améliorer la texture et l'apparence de la peau. Il peut réduire les rides, l'acné ou l'hyperpigmentation.
D'après https://fr.wikipedia.org/wiki/Acid_glycolique

Données à 25°C

Acide glycolique :

- très bonne solubilité dans l'eau ;
- masse volumique : $1,49 \text{ g.mL}^{-1}$;
- masse molaire : $76,0 \text{ g.mol}^{-1}$;
- pK_a (acide glycolique / ion glycolate) = 3,83.



1. Etude de l'acide glycolique

Le diagramme de distribution des espèces du couple acide glycolique / ion glycolate est représenté ci-contre

1.1. Ecrire la formule semi-développée de l'acide glycolique.

1.2. En déduire la formule semi-développée de l'ion glycolate en explicitant votre démarche.

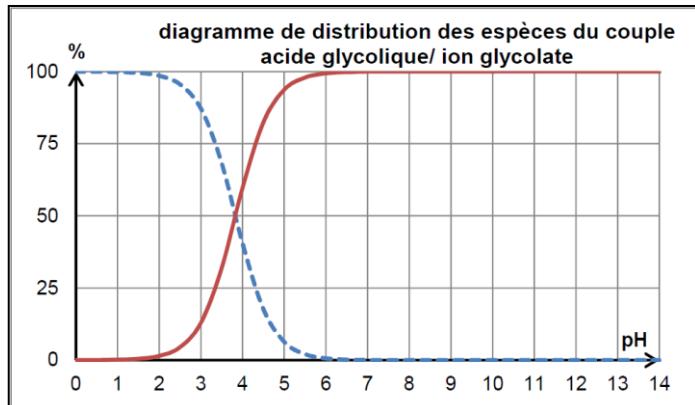
1.3. Identifier, sur le diagramme de distribution, la courbe correspondant à l'acide glycolique AH et celle correspondant à l'ion glycolate A⁻. Justifier.

A 25°C, le pH d'une solution aqueuse d'acide glycolique de concentration $3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ vaut 3,2.

1.4. Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide glycolique et l'eau.

1.5. Cette valeur de pH est-elle en accord avec le caractère « acide faible » attribué à l'acide glycolique ? Justifier

1.6. Quelle espèce chimique du couple acide glycolique / ion glycolate est prédominante dans la solution précédente ? Justifier.



2. Etude d'une solution dermatologique d'acide glycolique

En dermatologie, il existe plusieurs solutions aqueuses, de concentrations différentes en acide glycolique, utilisées dans le traitement de l'acné : 20% ; 35% ; 50% ou 70% en masse d'acide glycolique.

Vous devez compléter l'étiquette ci-contre d'une solution d'acide glycolique en dermatologie, en déterminant le pourcentage massique d'acide glycolique dans cette solution.

Laboratoire FOUPASUNE Jean

Solution dermatologique :

Masse volumique $\rho = 1,26 \text{ g.mL}^{-1}$

Pourcentage massique

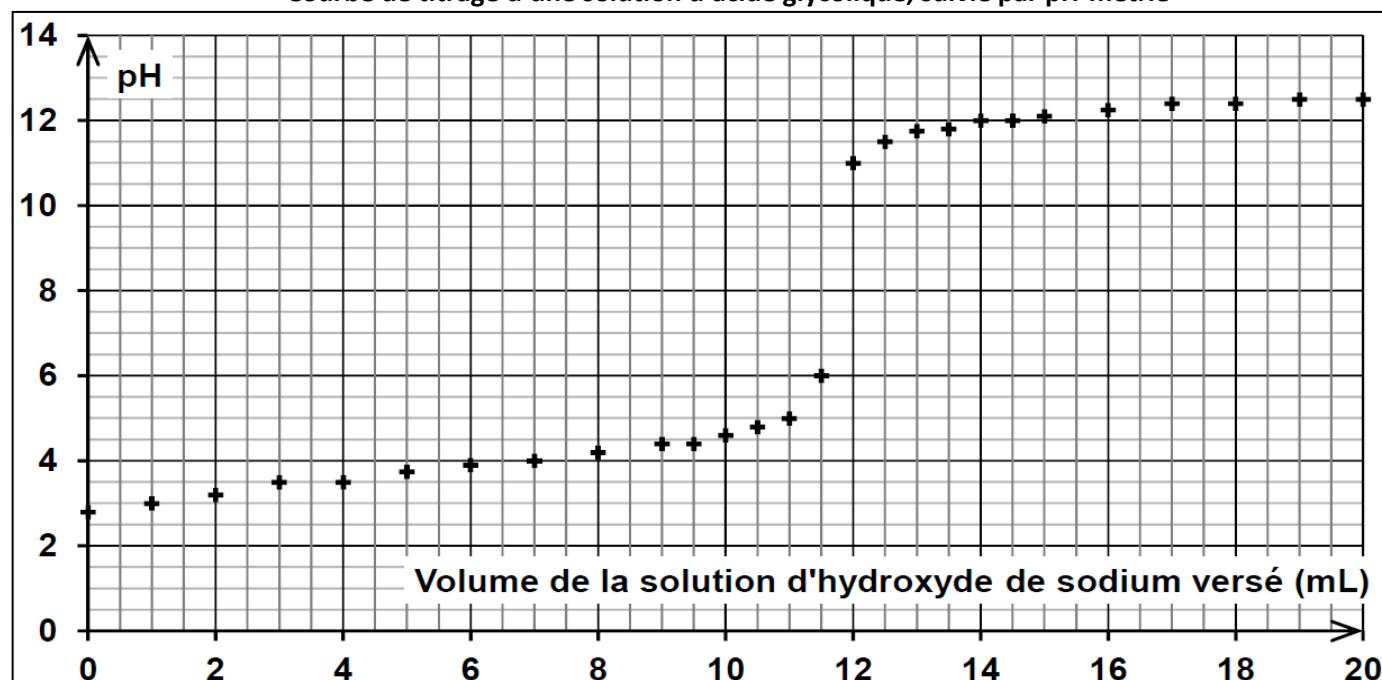
Pour déterminer ce pourcentage on réalise le titrage décrit ci dessous dans ses grandes lignes :

On dispose de 50 mL d'une solution d'acide glycolique que l'on dilue vingt fois. On réalise le titrage suivi par pH-métrie d'une prise d'essai de 10,0 mL de la solution diluée par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, ($\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$), de concentration molaire égale à $5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

L'équation chimique de ce titrage est donc la suivante : $\text{AH}_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)} \rightarrow \text{A}^-_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

On obtient les résultats expérimentaux suivants :

Courbe de titrage d'une solution d'acide glycolique, suivie par pH-métrie



2.1. Décrire la préparation (calculs et manipulations) de 100,0 mL de solution dermatologique diluée 20 fois.

2.2. Réaliser un schéma annoté du montage permettant d'effectuer le titrage

2.3. Définir l'équivalence d'un dosage

2.4. Quelle est la concentration en acide glycolique dans la solution dermatologique ?

2.5. Quel pourcentage massique d'acide glycolique doit être indiqué sur l'étiquette ?

EXERCICE III : L'ENREGISTREMENT D'UN GROUPE DE MUSIQUE

Partie 1 : Caractéristiques des sonorités instrumentales

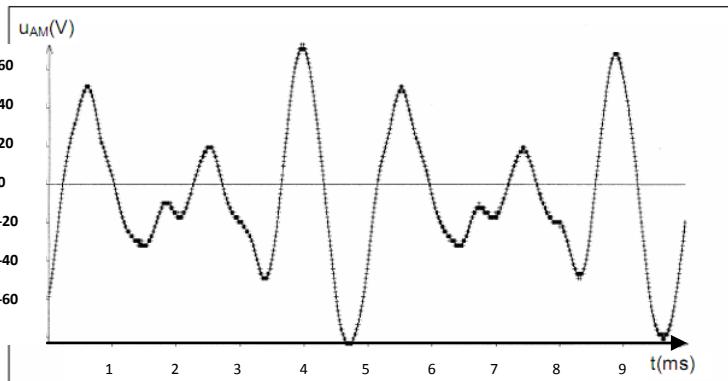
Un groupe de musique composé d'un chanteur, de deux guitaristes, d'un violoniste, d'un bassiste et d'un batteur se prépare à un enregistrement en studio.

Lors de la « balance » (moment préalable à un enregistrement ou à un concert) l'ingénieur du son réalise séparément pour chaque instrument des enregistrements à l'aide de micros reliés à un système informatisé.

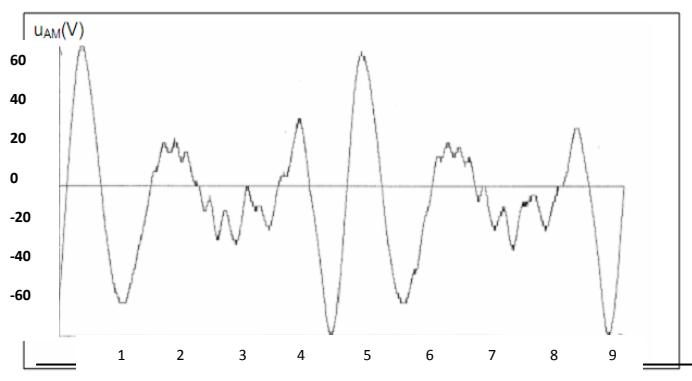
La tension électrique notée U_{AM} en V, détectée au niveau de l'interface informatique, est proportionnelle à la pression acoustique du son ou encore à l'intensité sonore. Cette tension en fonction du temps est représentée ci-dessous.

Préambule : compte tenu de l'imprécision des graphiques, une certaine incertitude sera acceptée pour les résultats.

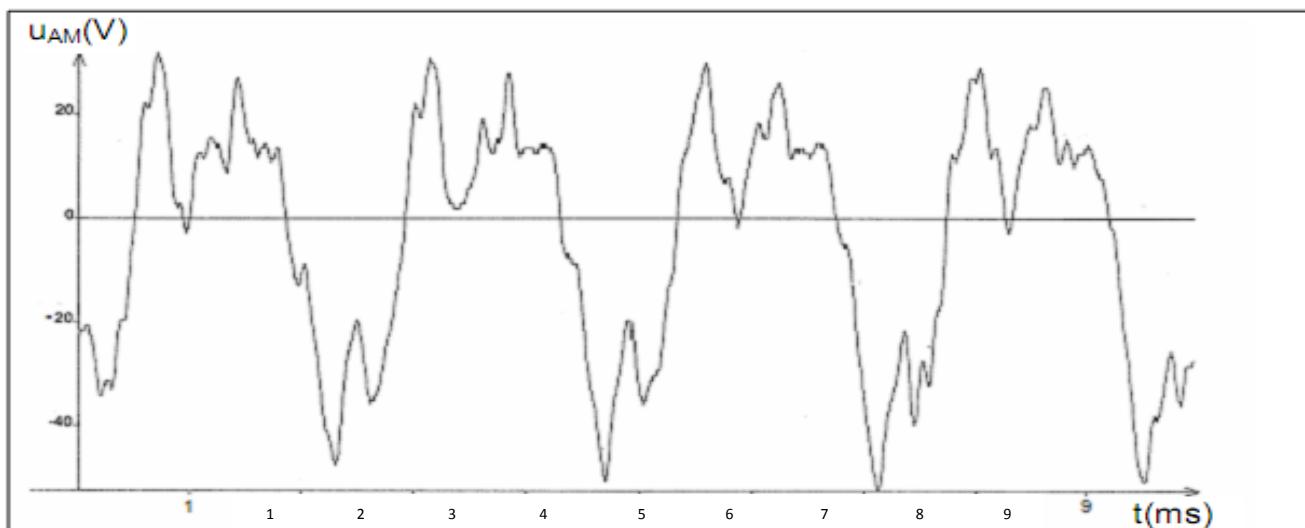
Une différence de un à deux hertz ne doit pas être comptabilisée comme un écart significatif lors d'une comparaison de fréquences par exemple.



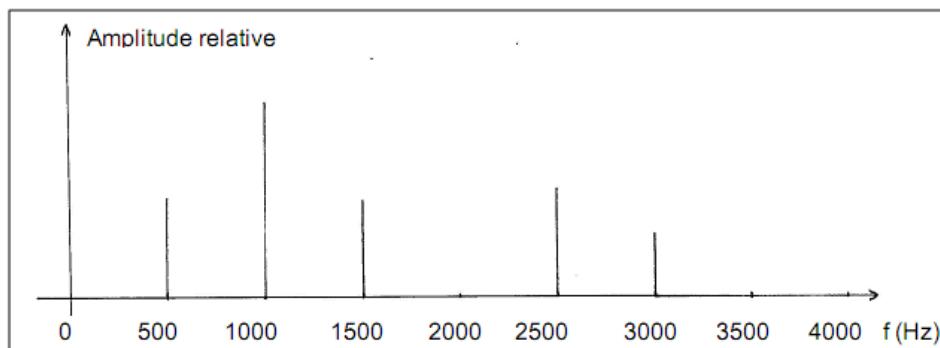
Document 1 : enregistrement numérique d'un son de la guitare.



Document 2 : enregistrement numérique d'un son de la basse.



Document 3 : enregistrement numérique d'un son du violon



Document 4 : spectres de fréquences d'un son de violon.

1.1. L'enregistrement informatisé d'une note jouée par l'une des guitares du groupe est représenté par le **document 1** ci-dessus.

1.1.1. Le son joué par la guitare est-il pur ou complexe ? Justifier.

1.1.2. Déterminer la fréquence de la note jouée par la guitare.

1.2. Un son de basse a été enregistré dans les mêmes conditions que celui de la guitare.

1.2.1. Le son émis par la guitare et celui émis par la basse (**document 2**) ont-ils approximativement la même hauteur ? Justifier.

1.2.2. Les deux instruments sont-ils le même timbre ? Justifier.

1.3. La note émise par le violon (**document 3**) est-elle plus ou moins aiguë que celle émise par la guitare ? Justifier.

Partie 2 : Résolution de problème

Après l'enregistrement en studio, le groupe de musique va donner un concert en plein air. Un de leur ami décide de profiter du concert depuis son balcon situé dans un immeuble à 50 m de la scène.

Pourra-t-il entendre le son émis par le solo de la guitare depuis son balcon ?

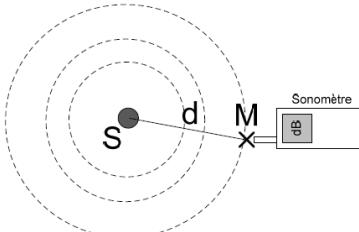
Hypothèses de travail :

- L'amortissement de l'onde n'est pas pris en compte : la dissipation d'énergie au cours de la propagation est négligeable.
- Le rayonnement de la source est supposé isotrope.
- La guitare joue une note de longueur d'onde 1,7 m.
- Le niveau d'intensité sonore L_1 est de 70 dB à 5 m de l'instrument.
- Le niveau sonore L est lié à l'intensité sonore I par la relation : $L = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right)$ avec $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$.
- Aide calcul : $10 \log \left(\frac{d_1^2 \cdot I_1}{d_2^2 \cdot I_0} \right) = 10 \log \left(\frac{d_1^2}{d_2^2} \right) + 10 \log \left(\frac{I_1}{I_0} \right)$

Document 1 : L'intensité sonore d'une source isotrope

Pour une source isotrope (émettant la même énergie dans toutes les directions) de puissance P , l'intensité sonore I au point M dépend de la distance d de la source et s'exprime de la façon suivante :

$$I = \frac{P}{4\pi d^2} \quad \text{avec } I \text{ en } \text{W.m}^{-2}; P \text{ en W; } d \text{ en m}$$



Document 2 : Seuil d'audibilité humaine en fonction de la fréquence

Le graphique suivant indique les valeurs minimales de niveau d'intensité sonore audible en fonction de la fréquence.

