

CLASSES DE TERMINALE

BAC BLANC 2019 – SÉRIE S

ÉPREUVE DE PHYSIQUE – CHIMIE

MERCREDI 23 JANVIER 2019 DE 8 H 00 À 11 H 30

**L'épreuve a été conçue pour être traitée AVEC
calculatrice**

L'usage des calculatrices EST autorisé

Ce sujet comporte 3 exercices. Le candidat veillera à bien reporter sur sa copie les numéros des questions. Le candidat doit traiter les 3 exercices suivants qui sont indépendants les uns des autres :

EXERCICE I : À PROPOS DE L'ASPIRINE (7,0 POINTS)

EXERCICE II : LE HOME-CINEMA (8,0 POINTS)

***EXERCICE III : UNE ORCHIDÉE PAS COMME LES
AUTRES ... (5,0 POINTS)***

EXERCICE I : À PROPOS DE L'ASPIRINE (7,0 POINTS)

L'acide acétylsalicylique, plus connu sous le nom d'aspirine, est la substance active de nombreux médicaments aux propriétés antalgiques, antipyrétiques et anti-inflammatoires

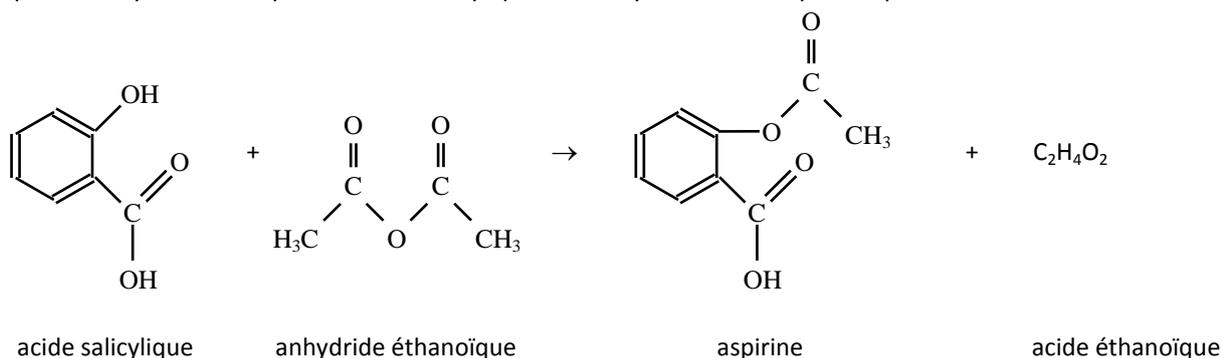
Données :

Espèces chimiques	Acide salicylique	Anhydride éthanoïque	Aspirine	Acide éthanoïque
Masses molaires	138 g.mol^{-1}	102 g.mol^{-1}	180 g.mol^{-1}	60 g.mol^{-1}

LES QUATRE PARTIES SONT TOTALEMENT INDEPENDANTES

A) PREMIERE PARTIE : SYNTHÈSE DE L'ASPIRINE.

L'aspirine peut être synthétisée à partir d'acide salicylique et d'anhydride éthanoïque. L'équation de la réaction est :



- A1)** Recopier la formule de la molécule d'aspirine. Entourer les deux groupes caractéristiques de cette molécule et les nommer.
- A2)** L'économie d'atomes EA est définie comme le rapport de la masse molaire du produit recherché (ou la somme des masses molaires des produits recherchés) sur la masse molaire des réactifs, en tenant compte des nombres stœchiométriques a_i des réactifs et b_i du (des) produit(s) recherché(s) :

$$EA = \frac{\sum_i b_i \times M_i(\text{produits})}{\sum_i a_i \times M_i(\text{réactifs})}$$

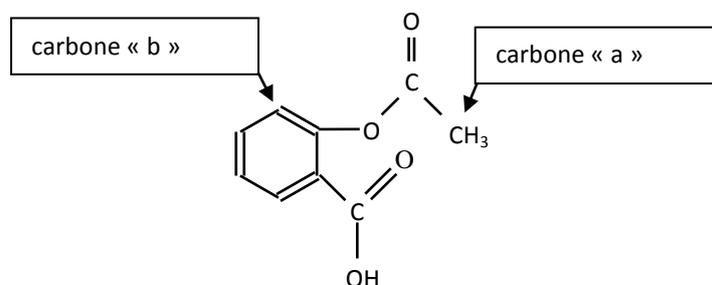
Calculer l'économie d'atome EA de la réaction de synthèse de l'aspirine en supposant que l'acide éthanoïque est un déchet.

- A3)** Quelle serait la valeur idéale de l'EA d'une réaction la plus économe en atome ?

B) DEUXIEME PARTIE : ANALYSE SPECTRALE DES ESPÈCES CHIMIQUES INTERVENANT DANS LA SYNTHÈSE DE L'ASPIRINE.

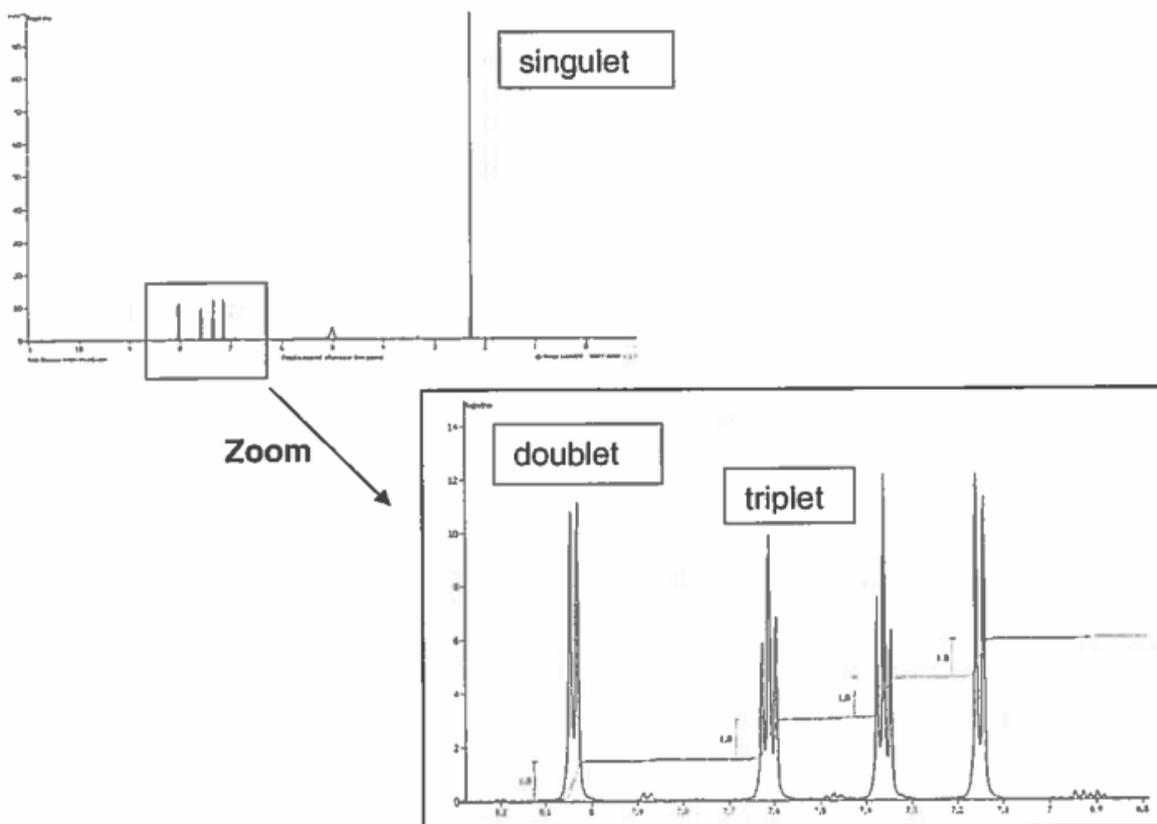
B1) SPECTRE RMN DE LA MOLECULE D'ASPIRINE.

Deux carbones particuliers sont repérés par les lettres « a » et « b » dans la formule de la molécule d'aspirine reproduite ci-dessous :



- B1a)** Expliquer pourquoi les atomes d'hydrogène liés au carbone « a » correspondent au singulet du spectre RMN de la molécule d'aspirine reproduit dans le **document 1** ci-après.
- B1b)** Le signal correspondant à l'atome d'hydrogène lié au carbone « b » correspond-il au doublet ou au triplet indiqués dans le spectre RMN ci-dessous ? Justifier la réponse.

DOCUMENT 1 : SPECTRE RMN DE LA MOLECULE D'ASPIRINE



B2) SPECTRE IR DE LA MOLECULE D'ACIDE ETHANOÏQUE.

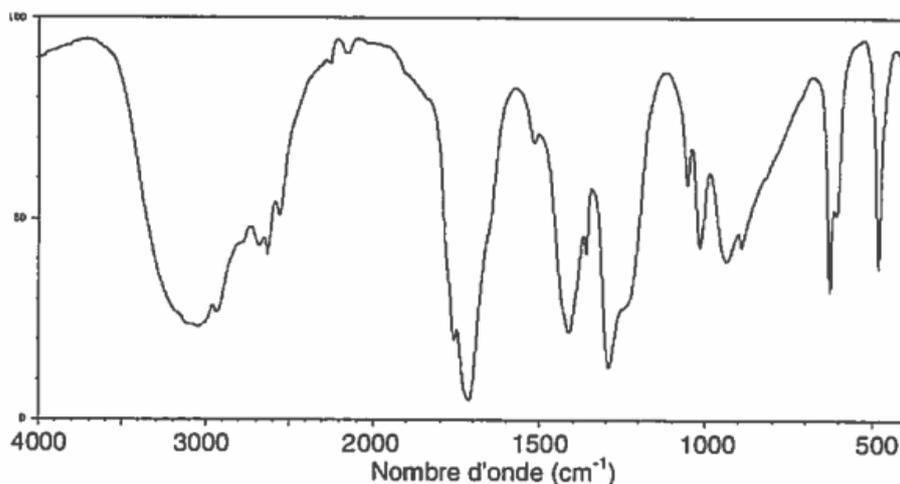
L'autre produit issu de la synthèse de l'aspirine est l'acide éthanoïque de formule brute C₂H₄O₂.

B2a) Donner la formule semi-développée de l'acide éthanoïque et du méthanoate de méthyle qui est un isomère de l'acide éthanoïque.

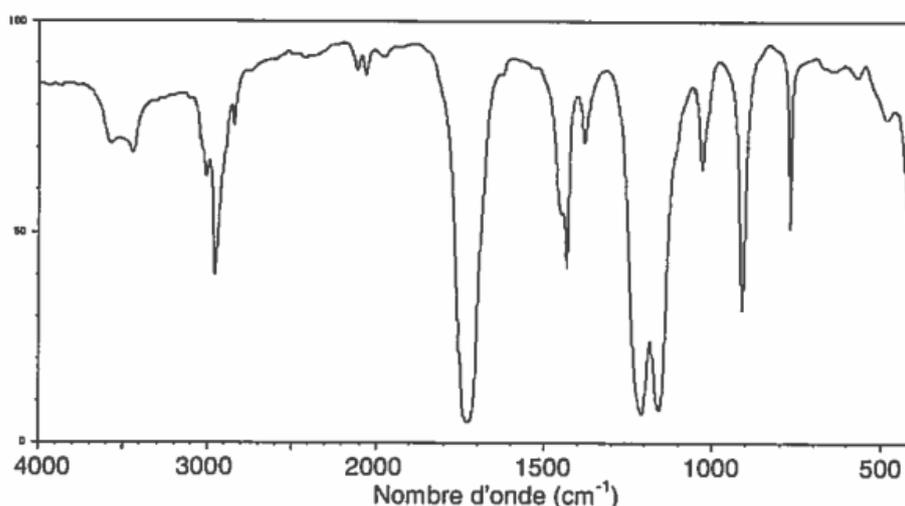
B2b) Une table de données de spectroscopie infrarouge est fournie dans le **document 2**. Les spectres infrarouges de l'acide éthanoïque et du méthanoate de méthyle sont regroupés dans le **document 3** ci-dessous. Identifier celui correspondant à l'acide éthanoïque en justifiant.

DOCUMENT 2 : TABLE DE DONNEES POUR LA SPECTROSCOPIE IR

Famille	liaison	Largeur de la bande	Nombre d'onde (cm ⁻¹)
Cétone	C = O	fine	1705 - 1725
Aldéhyde	C - H	large	2700 - 2900
	C = O	fine	1720 - 1740
Acide carboxylique	O - H	large	2500 - 3200
	C = O	fine	1740 - 1800
Ester	C = O	fine	1730 - 1750
Alcool	O - H _{lié}	large	3200 - 3450
	O - H _{libre}	fine	3600 - 3700



Spectre IR 1



Spectre IR 2

C) TROISIEME PARTIE : TITRAGE D'UN SACHET D'ASPIRINE.

L'étiquette d'un sachet d'aspirine prescrit au titre de la prévention des AVC porte la mention : « Teneur en aspirine : 100 mg ». Un élève se propose de vérifier la teneur en aspirine de ce sachet. Pour cela, il prépare une solution S en introduisant l'aspirine contenue dans le sachet dans une fiole jaugée, puis en ajoutant de l'eau distillée pour obtenir une solution de volume 500,0 mL. Il prélève ensuite un volume $V_A = (100,0 \pm 0,1)$ mL de cette solution S qu'il dose avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$) de concentration molaire $c_B = (1,00 \pm 0,02) \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. L'ajout d'un indicateur coloré dans la solution titrée a permis de montrer que le volume $V_{B,\text{éq}}$ de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre l'équivalence est $V_{B,\text{éq}} = 10,9 \pm 0,1$ mL. On admet que la réaction de titrage est la suivante :



- C1)** Donner la définition de l'équivalence d'un titrage.
- C2)** Déterminer la concentration en aspirine c_A de la solution S.
- C3)** En déduire que la masse m_{exp} d'aspirine contenue dans un sachet d'aspirine est de 98,1 mg.
- C4)** Déterminer l'incertitude $U(m_{\text{exp}})$ dont on admet que, dans les conditions de l'expérience, la valeur est donnée par la relation :

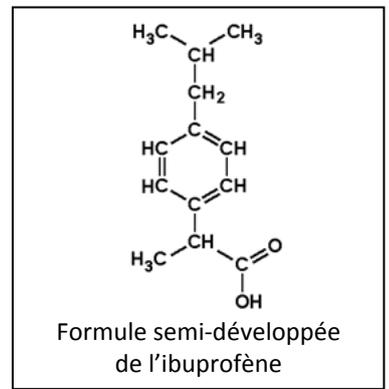
$$U(m_{\text{exp}}) = m_{\text{exp}} \times \sqrt{\left(\frac{U(V_{B,\text{éq}})}{V_{B,\text{éq}}}\right)^2 + \left(\frac{U(c_B)}{c_B}\right)^2 + \left(\frac{U(V_A)}{V_A}\right)^2}$$

- C5)** En déduire un encadrement de la masse m_{exp} obtenue par l'élève. Cet encadrement est-il en accord avec la mention portée sur le sachet d'aspirine ? Justifier la réponse.

D) QUATRIEME PARTIE : UNE ALTERNATIVE A L'ASPIRINE.

La molécule d'aspirine présentant de nombreux effets secondaires, on préfère souvent la remplacer par la molécule d'ibuprofène qui présente des propriétés antalgiques et anti-inflammatoires analogues.

La molécule d'ibuprofène est chirale. Expliquer la cause de cette chiralité en la nommant et en la repérant sur la figure ci-contre que l'on aura reproduite sur la copie.



EXERCICE II : LE HOME-CINEMA (8,0 POINTS)

Depuis une vingtaine d'années, les systèmes home-cinéma sont de plus en plus utilisés à domicile. L'objectif est de reproduire le plus fidèlement possible l'image et le son du cinéma à la maison. Le choix pour le consommateur est parfois difficile, perdu au milieu de sigles et autres arguments commerciaux : HD, full HD, UHD, 4K, OLED, LCD, son 2.0, 5.1, TV connectée, etc... Dans cet exercice, on se propose d'étudier les principales caractéristiques d'un home-cinéma.

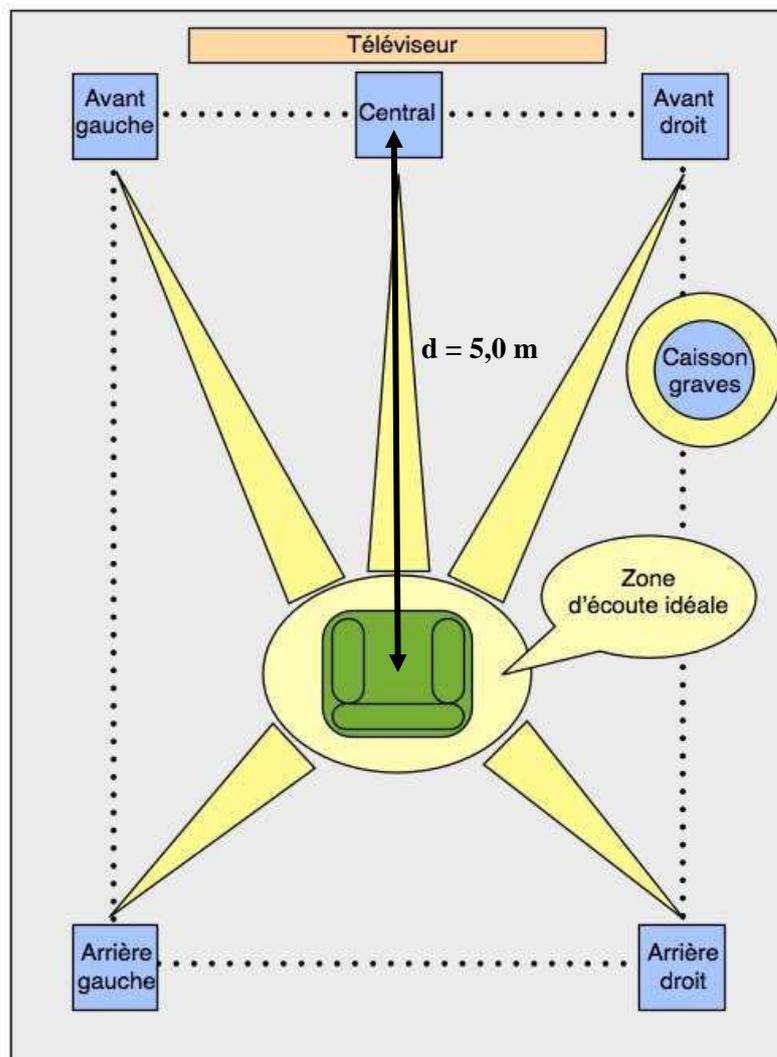
1. L'installation sonore

Les cinémas ont été les premiers à être équipés de sons multicanaux afin d'offrir une spatialisation des effets sonores (le son vient alors de toutes les directions).

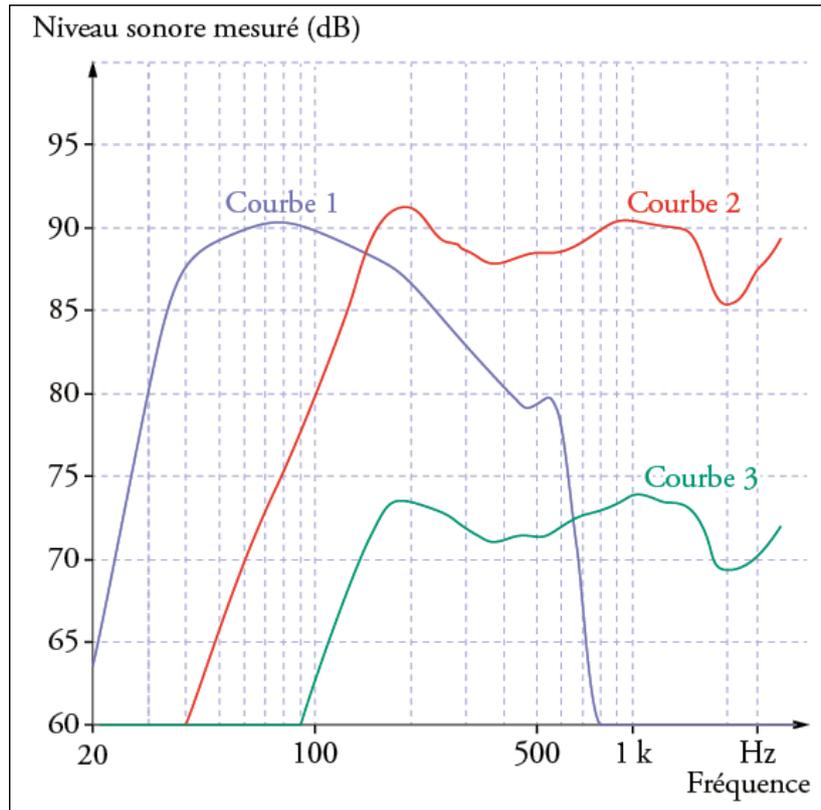
Caractéristique d'une installation sonore 5.1

Un équipement 5.1 signifie que « 5 » haut-parleurs (enceintes) sont utilisés pour retranscrire les voix, les musiques et les effets sonores (alimentés par 5 signaux différents) et que « 1 » caisson de graves est utilisé pour retranscrire les sons très graves (explosions dans un film par exemple). Les enceintes sont disposées comme sur le schéma ci-dessous. Le caisson de graves (subwoofer) peut être placé n'importe où.

D'après <http://www.bienchoisirmoneselectromenager.com/>

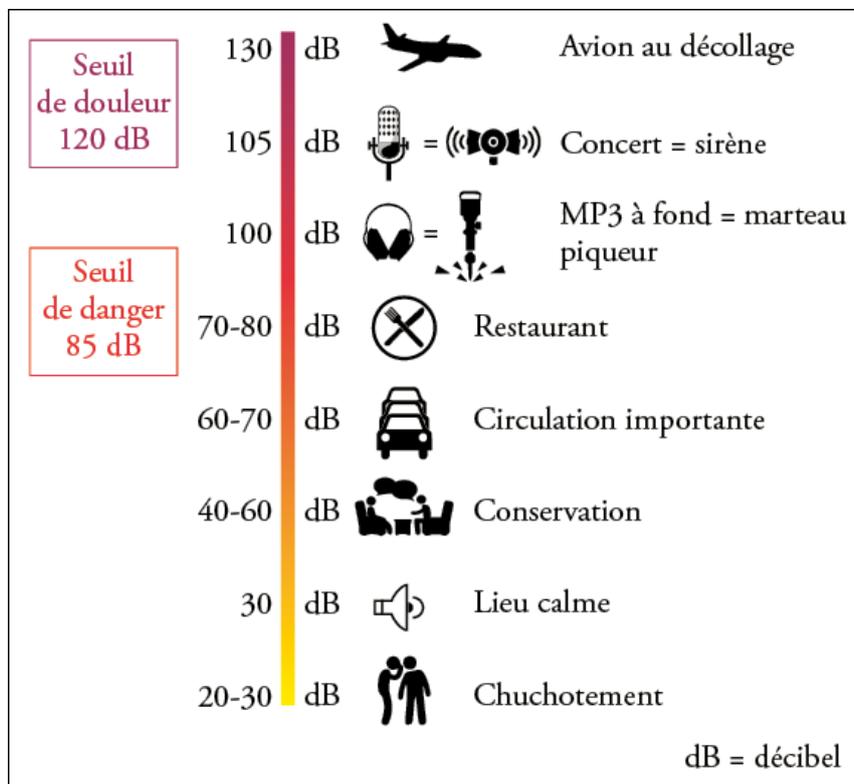


Niveaux sonores restitués par les enceintes avant, arrière et par le subwoofer



D'après <http://forumhardware.fr>

Échelle des niveaux sonores



L'intensité sonore de référence pour le calcul d'un niveau sonore vaut : $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$.

D'après <http://www.pass-santejeunes-bourgogne.org/>

1.1. À quelle grandeur physique est liée la hauteur d'un son ?

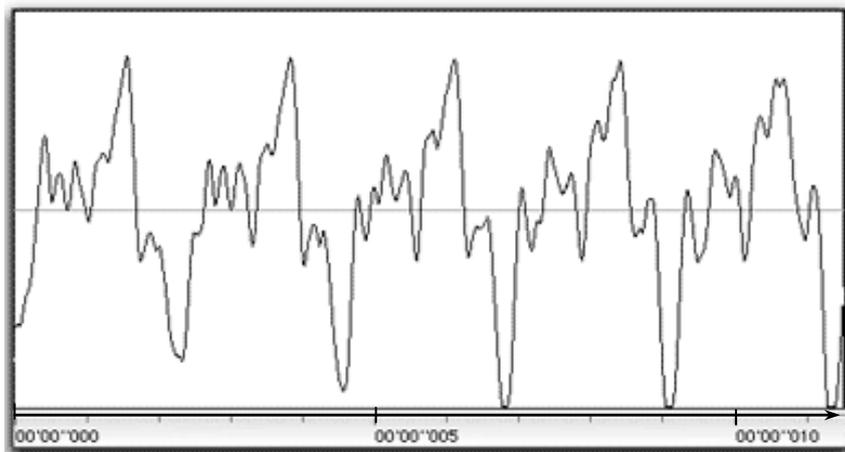
1.2. Laquelle des trois courbes représentées dans les documents précédents correspond au caisson de graves ? Justifier.

1.3. On imagine un téléspectateur regardant un récital de la diva Maria Callas (1923-1977).

Maria Callas, surnommée la « Bible de l'opéra », était une cantatrice américaine qui a bouleversé l'art lyrique du XX^e siècle. Callas reste extrêmement célèbre, à la fois par le timbre très particulier de sa voix, son registre étendu de près de trois octaves, sa grande virtuosité alliée à un phrasé unique et, enfin, son talent de tragédienne lui permettant d'incarner ses personnages avec une grande intensité dramatique.

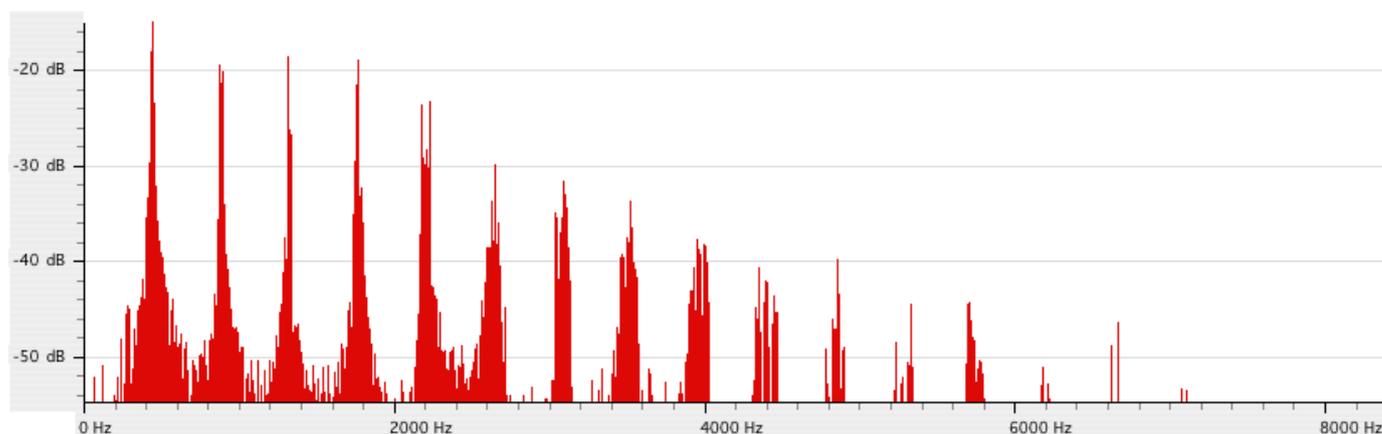
Voici, ci-dessous, une note chantée par cette célébrité chanteuse.

Signal temporel d'une note chantée par Maria Callas



Précisions sur les graduations en abscisse : 00'00''005 signifie 00 minute 00 seconde et 005 millisecondes

Analyse spectrale de la même note chantée par Maria Callas



1.3.a. A l'aide du signal temporel, justifier si la note chantée par Maria Callas est un son pur ou un son complexe.

1.3.b. Toujours à l'aide du signal temporel, déterminer la période de ce son. En déduire la fréquence de la note chantée.

1.3.c. Les réponses précédentes (1.3.a et 1.3.b) sont-elles cohérentes avec l'analyse spectrale ? Justifier en utilisant les termes : *fréquence fondamentale, harmoniques*.

1.4. Un technicien souhaite calibrer correctement une installation home-cinéma. Équipé d'un sonomètre, il se place sur le canapé. À l'aide de la télécommande, il déclenche un son sur l'enceinte centrale uniquement et règle son niveau sonore pour que le sonomètre indique 70 dB. Il répète l'opération pour chacune des quatre autres enceintes. L'installation est alors parfaitement équilibrée.

1.4.a. Rappeler la célérité des ondes sonores dans l'air (à 25°C). L'enceinte centrale étant à une distance $d = 5,0$ m du canapé (et donc du sonomètre), déterminer la durée de propagation du son entre l'enceinte centrale et le sonomètre.

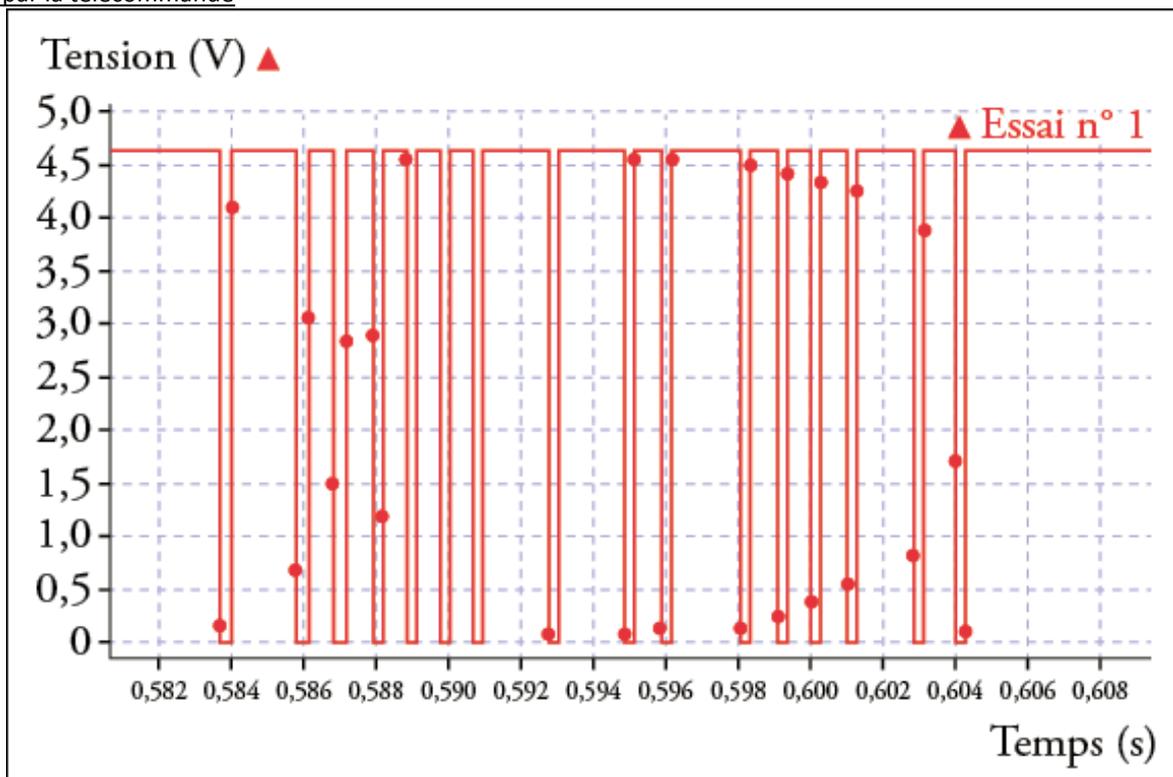
1.4.b. Pour finaliser ses réglages, il met en marche simultanément les cinq enceintes (le caisson de graves restant éteint). Le son produit présente-t-il un danger pour l'audition du technicien ?

2. La télécommande

Pour piloter les différents appareils d'un home-cinéma, on utilise une ou plusieurs télécommandes équipées de diodes qui émettent des ondes électromagnétiques dans l'infrarouge.

Modèle LTE5228A		
	Angle d'ouverture	40°
	Tension	1,2 V
	Fréquence émise	$3,10 \times 10^{14}$ Hz
	Intensité lumineuse	5 mW/Sr
	Dimension de l'optique	5 mm

Signal émis par la télécommande



2.1. Définir ce qu'est une onde progressive.

2.2. Quelle est la principale différence entre une onde mécanique et une onde électromagnétique ?

2.3. Justifier, à l'aide des documents fournis, que le rayonnement émis par la télécommande correspond bien à un rayonnement infrarouge.

2.4. Le signal émis par la télécommande est-il de nature analogique ou numérique ? Justifier.

3. Définition de l'image

La taille moyenne des écrans de télévision n'a cessé de progresser. À la fin du XX^{ème} siècle, les plus grosses télévisions à tube cathodique avaient un écran mesurant 92 cm de diagonale. Depuis l'arrivée des écrans plats (à technologie plasma, LCD ou actuellement OLED), cette diagonale peut atteindre plusieurs mètres.

Caractéristiques d'un écran numérique

Les deux principales caractéristiques d'une télévision sont la taille et la définition de son écran. Commercialement, on utilise la diagonale de l'écran (exprimée en cm ou en pouce) pour mesurer et comparer la taille des écrans de télévision.

Quant à la définition de l'écran, qui correspond au nombre total de pixels qui le composent, elle dépend des normes instaurées par les fabricants : SD, HD, Full HD et à présent Ultra HD (UHD) parfois appelé à tort « écran 4K » (la 4K étant une norme issue du cinéma). Chacune de ces normes correspond à un nombre bien déterminé de pixels sur la largeur et la hauteur de l'écran.

Normes des définitions d'écran

Normes commerciales	Nombre de pixels en largeur	Nombre de pixels en hauteur	Distance minimale du spectateur à l'écran
SD	720	576	4,5 × la diagonale
HD	1280	720	3,9 × la diagonale
Full HD	1920	1080	2,6 × la diagonale
UHD	3840	2160	1,3 × la diagonale

Le codage RVB

Le codage RVB consiste à représenter les couleurs à partir de trois couleurs de base : le rouge, le vert et le bleu. Chaque pixel est codé sur 3 octets, un par composante de couleur.

Données : 1 pouce = 2,54 cm

Multiples de l'octet	1 ko	1 Mo	1 Go	1 To
Conversion en octet	10^3	10^6	10^9	10^{12}

3.1. Un client décide d'acheter une télévision de 65 pouces de diagonale et de placer son canapé à environ 2,50 m de la TV.

Si l'achat d'une TV UHD est retenu, les conditions d'utilisation recommandées par le constructeur sont-elles respectées ?

3.2. Si le téléspectateur s'approche de l'écran, quel défaut apparaîtra sur l'image ?

3.3. Calculer la définition de l'écran de la TV UHD.

3.4. Calculer le nombre de couleurs différentes que peut générer un pixel de l'écran.

3.5. Vérifier que la taille d'une image au format UHD est d'environ 25 Mo.

3.6. Un film d'une durée de 1h 30 min est numérisé au format UHD. Il est composé de 25 images par seconde et le fichier audio attaché au film est de 10 Go.

Montrer que le fichier de ce film ne peut théoriquement pas tenir sur un seul Blu-Ray (double couche) de capacité totale 50 Go.

4. Téléchargement du film en streaming par internet

On peut visionner les films au format UHD en streaming (lecture d'un flux vidéo à mesure de sa diffusion, ne nécessitant pas le téléchargement). Ce service est directement accessible depuis les TV connectées à internet ou les appareils mobiles. Cependant pour « streamer » au format UHD il faut un débit minimum d'au moins 25 Mbit.s^{-1} pour un visionnage confortable (sans saccades).

Débits moyens des différents modes de transmission de l'information

	Téléphonie mobile (propagation hertzienne)			Internet à domicile	
Modes	3G+	H+	4G	ADSL	Fibre optique
Débit (Mbit.s^{-1})	3,6	5	40	20	100

La compression de données

La compression de données ou codage de source est l'opération informatique consistant à transformer une suite de bits A en une suite de bits B plus courte pouvant restituer les mêmes informations en utilisant un algorithme particulier.

4.1. Parmi les modes de transmission évoqués dans les documents à disposition, quels sont ceux qui mettent en œuvre une propagation guidée ?

4.2. Quel est le mode de transmission à privilégier si on souhaite « streamer » un film au format UHD sur un home-cinéma ? Argumenter votre réponse.

4.3. Montrer que les débits actuels ne permettent pas de regarder en streaming un film UHD de 3,385 To et d'une durée de 1h 30 min sans compression d'images.

4.4. Pourquoi est-il nécessaire de compresser les fichiers lors de leur transmission ?

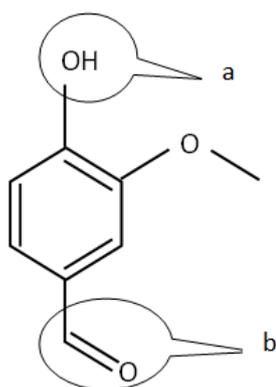
EXERCICE III : UNE ORCHIDÉE PAS COMME LES AUTRES ... (5,0 POINTS)

CONTEXTE :

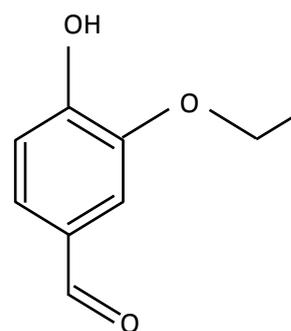
Le vanillier est une orchidée grimpante dont le fruit est la vanille, il a besoin d'un climat tropical chaud et humide pour se développer. Cette orchidée est cultivée à Madagascar, à Tahiti, à La Réunion, en Amérique du Sud ... Elle est utilisée dans de nombreux domaines comme par exemple la parfumerie, l'industrie agro-alimentaire, en tant qu'intermédiaire de synthèse dans l'industrie pharmaceutique.

DOCUMENT 1 : COMPOSITION D'UNE GOUSSE DE VANILLE

La composition de la gousse de vanille est très riche en arômes 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.



Molécule de vanilline



Molécule d'éthylvanilline

A) STRUCTURE DE LA MOLECULE DE VANILLINE.

La molécule de vanilline possède plusieurs groupes caractéristiques, nommer les deux groupes entourés notés « a » et « b ».

B) DOSAGE SPECTROPHOTOMETRIQUE DE LA VANILLINE CONTENUE DANS UN EXTRAIT DE VANILLE ACHETE DANS LE COMMERCE.

DOCUMENT 2 : PRINCIPE DU DOSAGE ET PROTOCOLE

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 ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$) permet ensuite de faire repasser la vanilline en solution aqueuse sous forme d'ion phénolate représenté ci-contre.

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

Etape 1 : Extraction de la vanilline et passage en solution basique

- À 1,0 mL d'échantillon de vanille liquide, on ajoute 10 mL d'eau distillée.
- On procède à trois extractions successives en utilisant à chaque fois 20 mL de dichlorométhane.
- À partir de la phase organique, on extrait trois fois la vanilline avec 50 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.
- On rassemble les phases aqueuses.

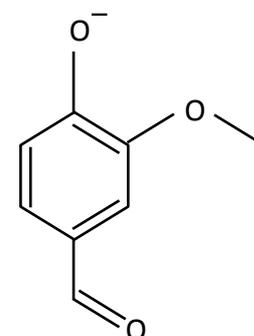
Etape 2 : Préparation de la solution à doser et mesure de son absorbance

On introduit les phases aqueuses précédentes dans une fiole jaugée de 250 mL et on complète jusqu'au trait de jauge avec la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

La mesure de l'absorbance de la solution à doser donne $A = 0,88$.

Etape 3 : Préparation d'une gamme étalon de solutions de vanilline basique et mesure de leur absorbance

À partir d'une solution mère de vanilline de concentration $C_0 = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, on prépare par dilution dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ des solutions filles de 250 mL et on mesure leur absorbance.



DOCUMENT 3 : RESULTATS DU DOSAGE ET DONNEE

Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

Solution fille	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
Concentration en vanilline (mol.L ⁻¹)	5,0.10 ⁻⁵	4,0.10 ⁻⁵	3,0.10 ⁻⁵	2,0.10 ⁻⁵	1,0.10 ⁻⁵
Absorbance	1,36	1,08	0,81	0,54	0,27

Donnée : Masse molaire moléculaire : $M_{\text{vanilline}} = 152 \text{ g.mol}^{-1}$.

B1) Quel type de dosage a-t-on mis en jeu ? Justifier.

B2) On dispose des solutions et du matériel suivant :

- ✓ Bêchers de 250 mL ; 75 mL ;
- ✓ Epruvettes graduées de 50 mL et 100 mL ;
- ✓ Fiole jaugée de 250 mL avec son bouchon ;
- ✓ Pipettes jaugées de 10,0 mL et de 5,0 mL. avec propipette ou pipeteur ;
- ✓ Pipette graduée de 10,0 mL.

- ✓ Solution mère de vanilline de concentration molaire $C_0 = 10,0.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$;
- ✓ Solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

B2a) Enoncer la loi de la dilution.

B2b) Ecrire le protocole permettant de réaliser la solution S₄.

B3) Le spectre d'absorption UV-visible de l'ion phénolate est donné ci-contre.

B3a) Cet ion absorbe-t-il dans le domaine du visible ? Justifier la réponse à l'aide du graphe ci-contre.

B3b) On rappelle que la présence de sept liaisons conjuguées ou plus dans une molécule organique forme le plus souvent une substance colorée. Les solutions basiques de vanilline sont-elles colorées ? Expliquer pourquoi à l'aide de la structure de l'ion phénolate.

B4) Exploitation des résultats.

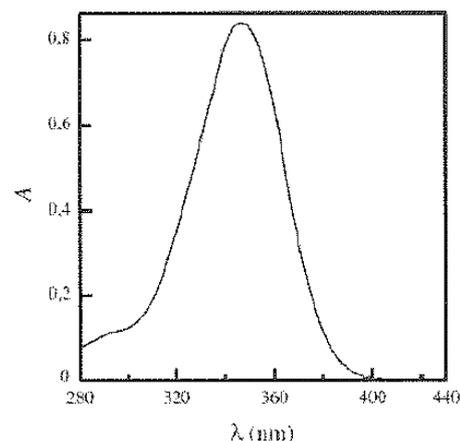
B4a) Tracer sur papier millimétré la courbe d'équation $A = f(c)$.

(Échelle : 1 cm pour 0,10 en absorbance et 1 cm pour $0,50.10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ en concentration)

B4b) La loi de BEER-LAMBERT est vérifiée. À l'aide du graphique précédent, expliquer pourquoi elle s'énonce sous la forme $A = k \times c$.

B4c) Déterminer, en détaillant la méthode utilisée, la concentration en vanilline dans la solution à doser. On précise que la concentration en vanilline est égale à celle de l'ion phénolate.

B4d) Compte tenu du protocole suivi, en déduire la concentration en g.L^{-1} de vanilline dans l'échantillon de vanille liquide du commerce.



FIN DU SUJET