Modèle CCYC : ©DNE
Nom de famille *(naissance)* **:**
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.1

ÉVALUATION

CLASSE : Première

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique
sans enseignement de mathématiques spécifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

Niveaux visés (LV) : ø

Axes de programme : ø

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒Oui ☐ Non

DICTIONNAIRE AUTORISÉ : ☐Oui ☒ Non

☐ Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

☐ Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

☐ Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

Nombre total de pages : 14

Le candidat traite seulement deux exercices, de son choix, parmi les trois qui sont proposés dans ce sujet.

Il indique son choix en début de copie.

Exercice 1 – *Niveau première*

Thème « La Terre, un astre singulier »

L'âge de la Terre

Sur 10 points

L'estimation de l'âge de la Terre a été le sujet de controverses et a évolué au cours des siècles au fur et à mesure des connaissances et des progrès techniques.

1- À partir de vos connaissances, indiquer deux arguments (ou méthodes) scientifiques autres que la radiochronologie qui ont été utilisés au cours du temps pour estimer l'âge de la Terre.

En 1969, une météorite du type chondrite carbonée est tombée au nord du Mexique. Les scientifiques l'ont nommée météorite "Allende". Ce type de météorite s'est formé en même temps que le système solaire.

Document 1 – Caractéristiques de la météorite Allende

La météorite Allende contient des structures en formes de petites sphères de minéraux appelées chondres dont la composition est proche de la composition moyenne de la Terre.

Ces chondres appartenant à la même météorite ont tous le même âge et contiennent du rubidium 87 (^{87}Rb) qui avec le temps se désintègre en strontium 87 (^{87}Sr), un des isotopes stables du strontium.

Des mesures de rapports isotopiques ont été réalisées sur ces chondres.

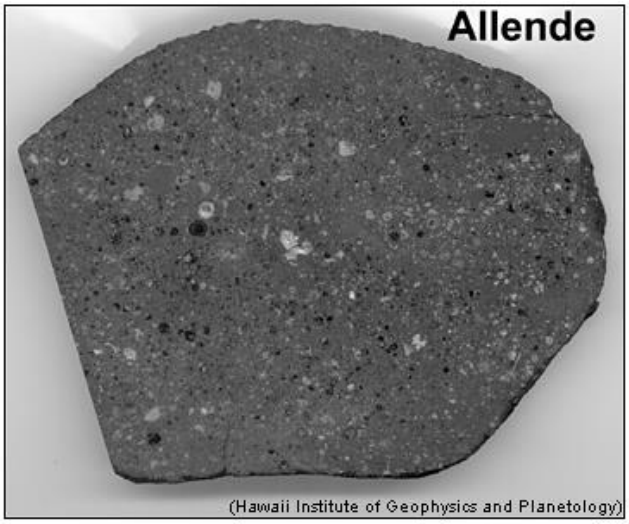


Figure – La météorite Allende

Source : acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/limites/Temps/datation-isotopique/enseigner/les-meteorites-temoins-de-la-formation-du-systeme-solaire

Document 2 – La radiochronologie, une méthode de datation

La radiochronologie consiste à mesurer dans plusieurs échantillons d'une même roche la quantité de noyaux pères rubidium 87 (^{87}Rb), de noyaux fils strontium 87 (^{87}Sr) et de noyaux stables strontium 86 (^{86}Sr). On déduit des rapports isotopiques (rapports des quantités mesurées) ^{87}Sr/^{86}Sr et ^{87}Rb/^{86}Sr.

En traçant la courbe représentant le rapport isotopique ^{87}Sr/^{86}Sr en fonction du rapport isotopique ^{87}Rb/^{86}Sr, une droite est obtenue.

Cette droite, appelée droite isochrone (*iso* : identique et *chronos* : temps), peut être modélisée par la fonction $y = ax + b$. Le coefficient directeur de a de la droite donne, après un calcul, l'âge de l'ensemble des échantillons de la roche.

Document 3 – Tableau des demi-vies de quelques noyaux radioactifs utilisés dans des méthodes de datation en géosciences

Méthode de datation utilisée en géosciences	Couple isotopique utilisé	Demi-vie du noyau père
Rubidium 87 - Strontium 87	^{87}Rb/^{87}Sr	47×10^9 années
Uranium 234 - Thorium 230	^{234}U/^{230}Th	245 500 années

Source : à partir des données issues de https://fr.wikipedia.org, article période radioactive

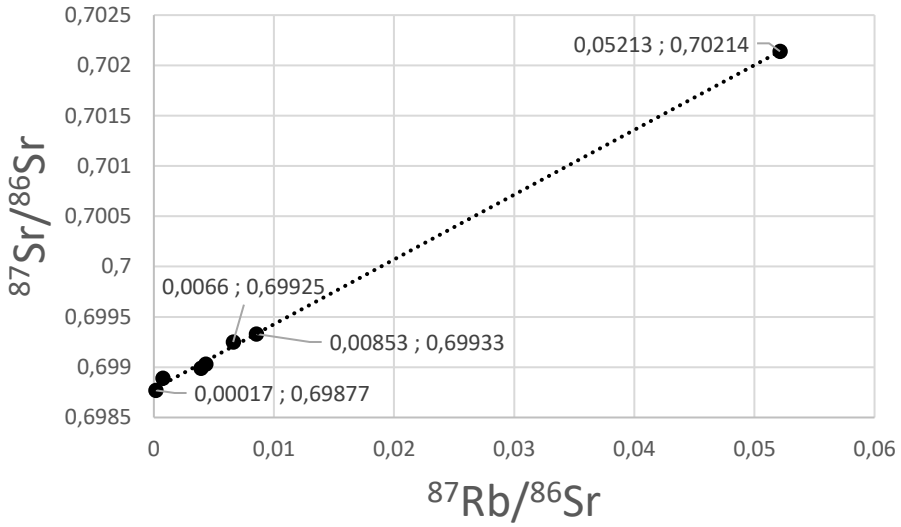
2- Parmi les noyaux $^{87}_{37}\mathrm{Rb}$, $^{86}_{38}\mathrm{Sr}$ et $^{87}_{38}\mathrm{Sr}$, indiquer en justifiant quel est le noyau radioactif.

3- Donner la définition de la demi-vie d'un noyau radioactif.

4- À l'aide du document 3, justifier l'utilisation du couple Rubidium/Strontium pour la datation de la météorite Allende, plutôt que la datation avec le couple Uranium/Thorium.

Document 4 – Droite isochrone des rapports isotopiques des chondres pour le couple Rb/Sr de la météorite Allende

(avec les coordonnées x ; y associées à certains points)



Source : construite à partir de données issues de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0016703776901083

5- Montrer à l'aide du document 4 que le coefficient directeur de la droite isochrone correspond approximativement à une valeur de 0,065.

Document 5 – Tableau de correspondance entre valeur du coefficient directeur d'une droite isochrone et âge de l'échantillon étudié pour le couple Rb/Sr

Coefficient directeur	Âge (années)
0,000028	$2x10^6$
0,000063	$4,5x10^6$
0,028	$2x10^9$
0,065	$4,5x10^9$
0,88	$4,5x10^{10}$
15,38	$2x10^{11}$

6- En vous appuyant sur le document 5, montrer comment la datation d'une météorite comme celle d'Allende apporte un argument en faveur d'un âge de la Terre d'environ 4,57 Ga.

Exercice 2 – *Niveau première*

Thème « Une longue histoire de la matière »

L'utilisation de la radioactivité en médecine

Sur 10 points

La radioactivité peut avoir des conséquences néfastes pour l'organisme, mais elle est également un moyen extraordinaire d'explorer le corps humain. Aujourd'hui, elle est notamment utilisée en médecine dans la détection et le traitement de certaines maladies telles que les cancers.

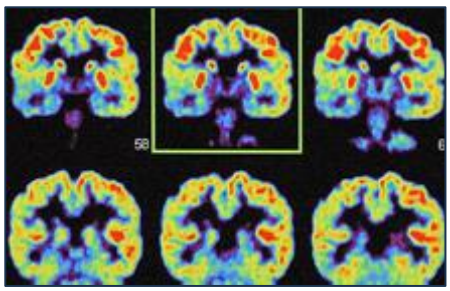


Figure 1 – Un exemple d'imagerie médicale utilisant la radioactivité

Source : Grosjean/CEA

Partie 1 – La radioactivité

L'atome d'hélium 6 est radioactif et peut se désintégrer en un atome de lithium 6 selon un processus de type β^- (bêta moins) comme illustré dans le document 1.

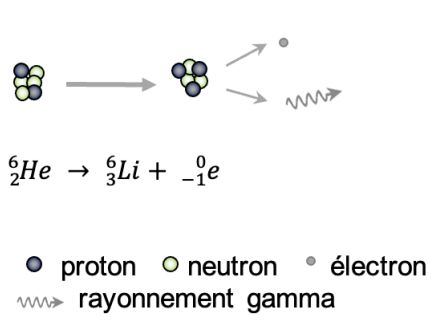
Document 1 – Désintégration de l'hélium 6

Notation symbolique d'un noyau ${}^{A}_{Z}X$

A : nombre total de nucléons (protons et neutrons)

Z : nombre de protons

X : symbole de l'atome



1- À partir des connaissances et des données du document 1, expliquer rapidement ce qu'est un atome radioactif.

2- Les désintégrations radioactives sont qualifiées d'aléatoires. Expliquer ce que cela signifie.

L'iode est un élément chimique de numéro atomique Z=53 et de symbole I. Il possède 37 isotopes connus, mais un seul est stable, l'iode 127.

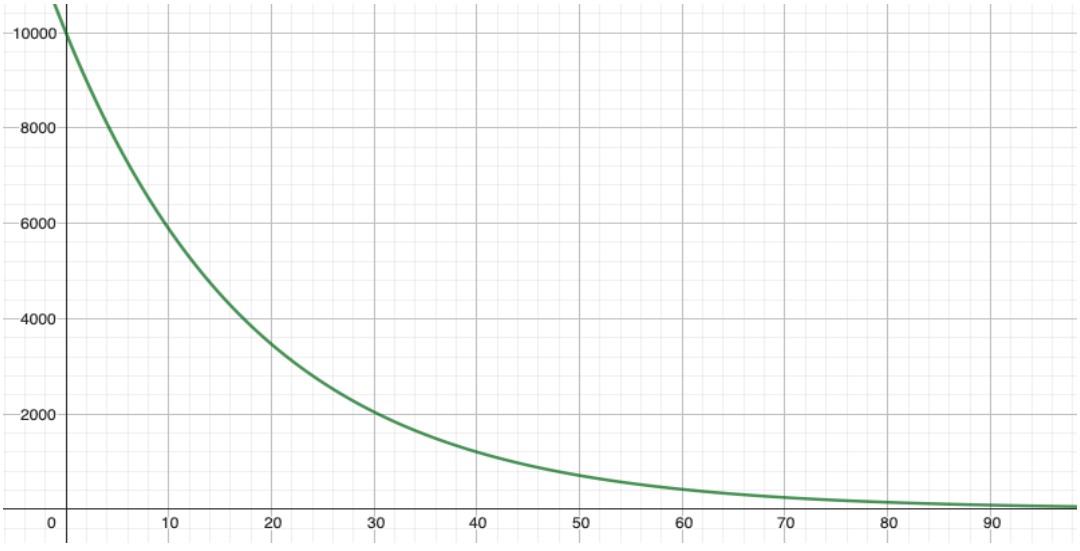
L'iode 123 est radioactif et sa désintégration est de type β^-. Cela signifie qu'un électron est aussi créé au cours de cette désintégration, comme c'est le cas pour l'hélium 6. Les atomes d'iode 123 se désintègrent alors en atomes de Xénon, élément chimique de symbole Xe.

3- En vous appuyant sur l'équation du document 1, proposer une équation pour la désintégration radioactive de l'iode 123.

La courbe du document 2 est une modélisation de la décroissance radioactive de l'iode 123 réalisée à l'aide du logiciel GeoGebra. Elle donne l'évolution d'un grand nombre d'atomes d'iode 123 au cours du temps (10 000 atomes à l'instant initial).

Document 2 – Évolution du nombre d'atomes d'iode 123

Nombre d'atomes



Temps (en heures)

4- À l'aide des connaissances et du document 2, déterminer la valeur de la demi-vie de l'iode 123 (à l'heure près).

5- Calculer le nombre d'atomes d'iode 123 qui vont rester au bout de trois demi-vies. Justifier rapidement le calcul.

Partie 2 – Utilisation des isotopes radioactifs en médecine

De nombreuses techniques d'imagerie médicale utilisent des radio-traceurs, c'est-à-dire des composés radioactifs, tels que l'iode 123, pour diagnostiquer certaines pathologies comme des cancers ou des dysfonctionnements d'organes.

Le radio-traceur est choisi en fonction de sa période radioactive : elle doit être suffisamment courte pour qu'elle corresponde à une activité détectable pendant quelques heures.

Il est également choisi pour la nature et l'énergie des rayonnements émis ; les rayonnements étant dangereux, des doses limitées de noyaux radioactifs sont injectées.

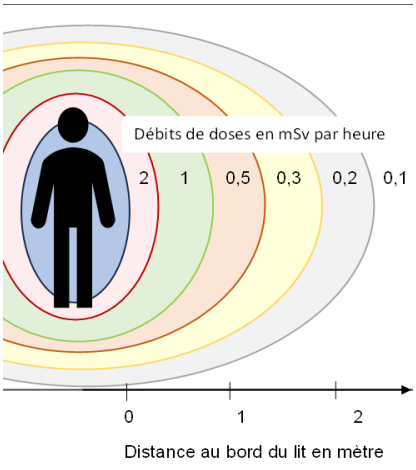
6- À l'aide du document 2, justifier que l'iode 123 puisse être utilisé comme radio-traceur en médecine.

Les médecins et personnels hospitaliers travaillant dans les services utilisant la radioactivité sont soumis à des radiations régulières. La radioactivité peut avoir, à forte dose, un effet néfaste sur l'organisme puisqu'elle endommage l'ADN des cellules. Des moyens doivent donc être mis en place pour protéger le personnel.

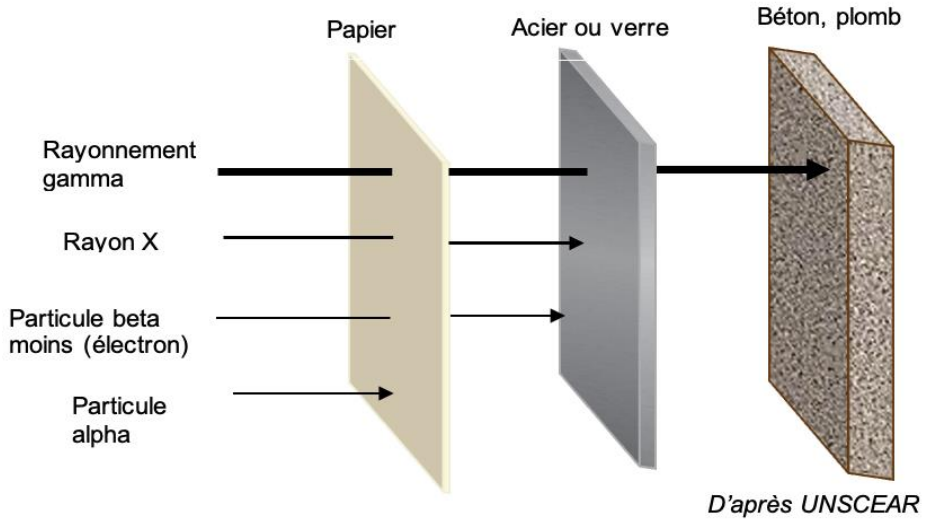
Document 3 – Différents éléments liés à la sécurité en milieu médical

L'illustration ci-contre donne les débits approximatifs de doses autour du lit d'un patient qui vient d'être exposé à de l'iode 131.

La loi limite l'exposition du personnel hospitalier à une dose de 20 mSv/an (millisievert/ an). Plus le temps d'exposition est long, plus les personnes seront soumises à une forte dose d'exposition.



En matière de protection, des écrans de différentes matières permettent de stopper ou atténuer la propagation des rayonnements ionisants.



D'après UNSCEAR

7- D'après le document 3, détailler trois moyens de limiter l'exposition des personnels aux radiations.

8- Dans le cas d'un traitement à l'iode 123, indiquer quels matériaux peuvent être utiles pour protéger le personnel hospitalier des radiations émises. Justifier la réponse.

Exercice 3 – *Niveau première*

Thème « Son, musique et audition »

Un concert des Gipsy Kings

Sur 10 points

Créés en 1979, et révélés au grand public par leur titre « Bamboleo », les Gipsy Kings sont un groupe originaire d'Espagne et du sud de la France, composé de guitaristes et chanteurs issus de deux familles d'origine catalane et gitane. Leur musique, emblématique de la tradition tsigane, est enrichie d'apports flamenco, pop et de rythmes latins.

En 2004, le groupe s'est produit dans un manoir, à Kenwood house à Londres. Un enregistrement du concert a été réalisé : *Live at the Kenwood house of London*.

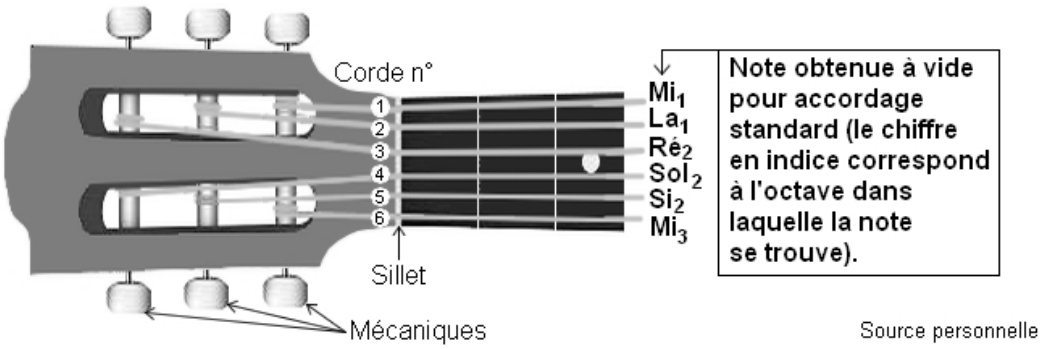
Cet exercice propose d'aborder plusieurs aspects de ce concert des Gipsy Kings.

Partie 1 – Accordage des guitares acoustiques avant le concert

Quelques minutes avant le début du concert, les guitaristes accordent leurs instruments. Cela consiste à modifier les réglages des guitares acoustiques pour en obtenir les notes désirées, afin que tous les instruments ne soient pas dissonants entre eux. Pour ce faire, on utilise un accordeur électronique.

Document 1 – Fréquence et note associée

Schéma légendé d'un manche d'une guitare acoustique à six cordes



Source personnelle

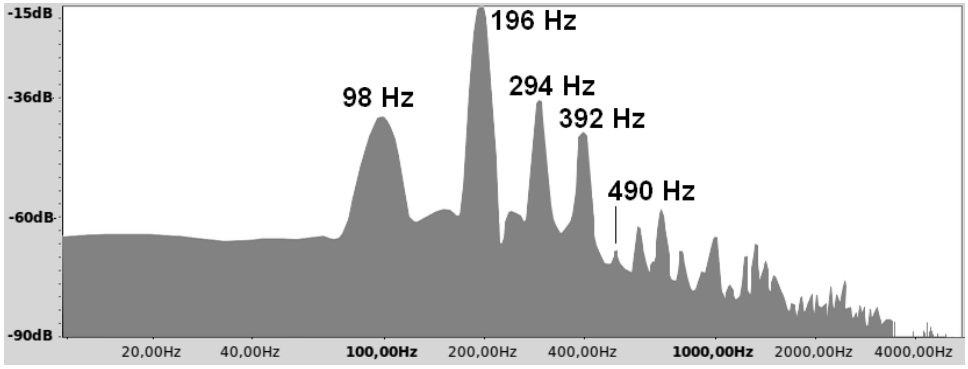
Fréquences fondamentales de quelques notes de musique

Note → Octave ↓	***Do***	***Ré***	***Mi***	***Fa***	***Sol***	***La***	***Si***
1	65,4 Hz	73,4 Hz	82,4 Hz	87,3 Hz	98,0 Hz	110,0 Hz	123,5 Hz
2	130,8 Hz	146,8 Hz	164,8 Hz	174,6 Hz	196,0 Hz	220,0 Hz	247,0 Hz
3	261,6 Hz	293,7 Hz	329,6 Hz	349,2 Hz	392,0 Hz	440,0 Hz	494,0 Hz

Exemple : pour accorder la corde n°1, le musicien la pince ; l'appareil affiche le spectre en fréquences de la note émise ; enfin, il effectue les réglages nécessaires pour la faire correspondre à 82,4 Hz, c'est-à-dire à un Mi1.

Source : d'après Wikipedia

Document 2 – Spectre en fréquences de la note émise par la corde n°6 d'une guitare avant accordage



Source : zestedesavoir.com/tutoriels/1836/physique-de-la-corde-de-guitare/

Document 3 – Caractéristiques d'une corde de guitare acoustique

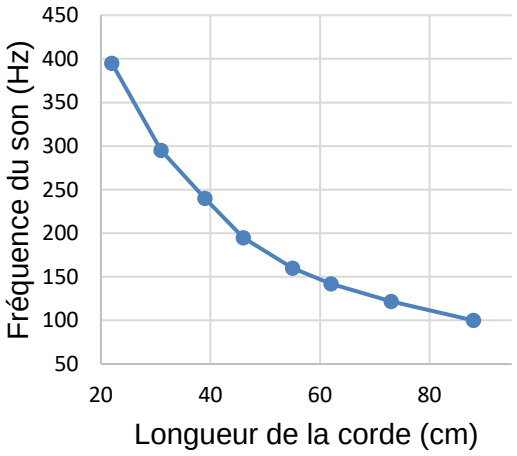
Lorsqu'une guitare produit un son, tout commence par la vibration d'une corde. Cette corde oscille d'une manière précise en fonction de différents paramètres.

À la guitare, on peut jouer des notes de différentes hauteurs (et donc différentes fréquences fondamentales f) de plusieurs manières :

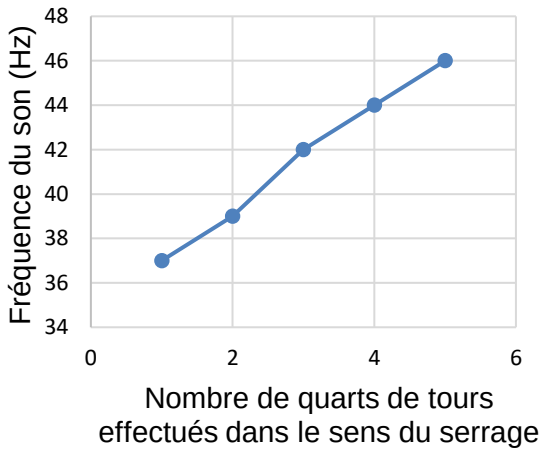
- En modifiant l'épaisseur de la corde utilisée et donc sa masse par unité de longueur μ. Plus la masse par unité de longueur μ augmente, plus la fréquence fondamentale f diminue.

- En modifiant la longueur L de la corde utilisée. Le **graphique (a)** ci-dessous représente l'influence de la longueur L sur la fréquence fondamentale f.
- En serrant (ou desserrant) les mécaniques pour augmenter (ou diminuer) la tension T de la corde. Le **graphique (b)** ci-dessous représente l'influence de la tension T sur la fréquence fondamentale f.

Graphique (a) : Influence de la longueur de la corde sur la fréquence fondamentale



Graphique (b) : Influence de la tension de la corde sur la fréquence fondamentale



Source : zestedesavoir.com/tutoriels/1836/physique-de-la-corde-de-guitare/

1- À l'aide du document 2, déterminer la valeur de la fréquence fondamentale de la note jouée par la corde n°6 avant l'accordage.

Associer cette fréquence à une note de musique à l'aide du document 1.

Conclure sur la nécessité d'accorder la corde n°6.

2- Décrire en justifiant la réponse la manipulation que doit effectuer le guitariste pour accorder cette corde sans la changer.

Partie 2 – Enregistrement du concert

Le concert s'est déroulé en deux parties, avec une pause au milieu pour permettre aux musiciens de réaccorder les guitares.

Document 4 – Informations sur le concert

La liste des chansons ainsi que leur durée en minutes et secondes sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

	Chansons	Durée
Première partie	"Intro", "Allegria", "La Dona", "El Mauro", "Ben, Bem, Maria", "Trista Pena", "Odeon", "Sin Ella", "Quiero Saber"	37 min 42 s
Pause	/	non enregistrée
Deuxième partie	"La Quiero", "Habla Me", "Galaxia", "Fadango", "Tu Quieres Volver", "Oh Maï", "Djobi, Djoba", "Bamboleo"	36 min 30 s

Source personnelle

Le concert a été intégralement enregistré et numérisé en stéréo en choisissant une quantification sur 16 bits et une fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz. On rappelle que la taille L en octets d'un fichier audio est donnée par la formule :

$$L = f_e \times c \times \frac{n}{8} \times \Delta t$$

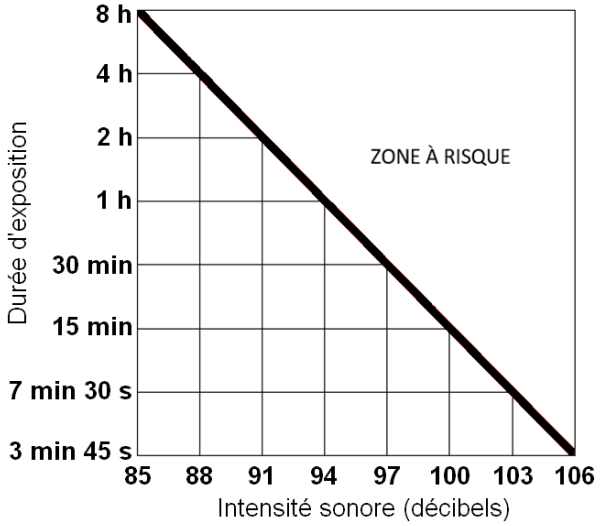
Avec :
f_e = fréquence d'échantillonnage (en hertz) ; c = 1 (mono) ou 2 (stéréo)
n = quantification (en bits) ; Δt = durée (en secondes).

3- Une plateforme de streaming souhaite diffuser ce concert des Gipsy Kings en intégralité. L'espace dédié pour chaque fichier musical sur cette plateforme est de 800 Mo (mégaoctets). Indiquer si la plateforme doit prévoir un fichier par partie ou si elle peut diffuser tout le concert avec un seul fichier. Justifier la réponse en s'appuyant sur la formule précédente.

Partie 3 - Écoute du concert

Une exposition prolongée à une intensité sonore trop importante peut créer des dommages irréversibles à l'organisme (voir infographie du document 5). Le volume du concert des Gipsy King n'a pas été mesuré en 2004 mais cela a été fait lors d'un autre concert en 2023 où l'on a atteint un niveau d'intensité sonore de 104 décibels. On suppose que le niveau d'intensité sonore du concert de 2004 avait un niveau d'intensité sonore équivalent.

Document 5 – Infographie présentant la zone à risque pour l'audition selon la durée d'exposition et l'intensité sonore en décibels



Source : ISO 1999:2013 Acoustics — Estimation of noise-induced hearing loss

4- À partir des documents 4 et 5 et de vos connaissances, expliquer qu'une personne assistant au concert des Gipsy Kings en 2004 a pris des risques pour son audition. Proposer une solution qui aurait permis d'assister à ce même concert en toute sécurité.

La loi française n° 96-452 du 28 mai 1996 impose une limite de niveau d'intensité sonore de 100 décibels pour les écouteurs fournis avec un matériel audio.

5- À l'aide des documents 4 et 5, indiquer si une personne écoutant le concert en streaming avec des écouteurs réglés au maximum de la puissance autorisée légalement en France prend des risques pour son audition. Si tel est le cas, déterminer le niveau d'intensité sonore maximal de l'écoute de l'intégralité du concert pour une personne équipée d'écouteurs, sans risque de détérioration de son audition.