

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.)

Né(e) le :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

<b>ÉVALUATION</b>
<p><b>CLASSE</b> : Terminale – Épreuve de fin de cycle</p> <p><b>VOIE</b> : <input checked="" type="checkbox"/> Générale <input type="checkbox"/> Technologique <input type="checkbox"/> Toutes voies (LV)</p> <p><b>ENSEIGNEMENT</b> : Enseignement scientifique  <u>sans</u> enseignement de mathématiques spécifique</p> <p><b>DURÉE DE L'ÉPREUVE</b> : 2 h</p> <p>Niveaux visés (LV) : ∅</p> <p>Axes de programme : ∅</p> <p><b>CALCULATRICE AUTORISÉE</b> : <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non</p> <p><b>DICTIONNAIRE AUTORISÉ</b> : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non</p> <p><input type="checkbox"/> 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.</p> <p><input type="checkbox"/> 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.</p> <p><input type="checkbox"/> Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.</p> <p><b>Nombre total de pages</b> : 12</p>

**Parmi les trois exercices qui composent ce sujet, le candidat en traite obligatoirement deux.**

**L'exercice 1, du niveau de la classe de terminale, doit être obligatoirement abordé.**

**Pour le deuxième exercice, le candidat choisit entre l'exercice 2 et l'exercice 3 qui sont du niveau de la classe de première. Il indique son choix en début de copie.**



## Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

### Les impacts de la combustion sur l'environnement et la santé

Sur 10 points

La combustion de carburants fossiles et de la biomasse libère du dioxyde de carbone qui a un impact environnemental majeur.

Il est également reconnu par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) que la santé publique est impactée par la pollution de l'air. Le Ministère des Solidarités et de la Santé estime qu'environ 48 000 personnes décèdent chaque année des effets de la pollution de l'air en France.

On se propose d'étudier la part et les impacts de la combustion de carburants fossiles et de biomasse sur la santé humaine.

#### **Document 1 : Production de dioxyde de carbone lors de la combustion de carburants fossiles et de la biomasse**

Combustible	Équation de la réaction
Gaz naturel méthane $\text{CH}_4$	$\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
Essence modélisée par l'octane $\text{C}_8\text{H}_{18}$	$2 \text{C}_8\text{H}_{18} + 25 \text{O}_2 \rightarrow 16 \text{CO}_2 + 18 \text{H}_2\text{O}$
Biomasse (bois) modélisée par $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$

#### **Énergie massique libérée par kg de combustible brûlé :**

Combustible	Gaz naturel	Essence	Biomasse
Énergie massique libérée	$50 \text{ MJ.kg}^{-1}$	$45 \text{ MJ.kg}^{-1}$	$17 \text{ MJ.kg}^{-1}$

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

### Masse de CO<sub>2</sub> produite pour 1 MJ d'énergie obtenue :

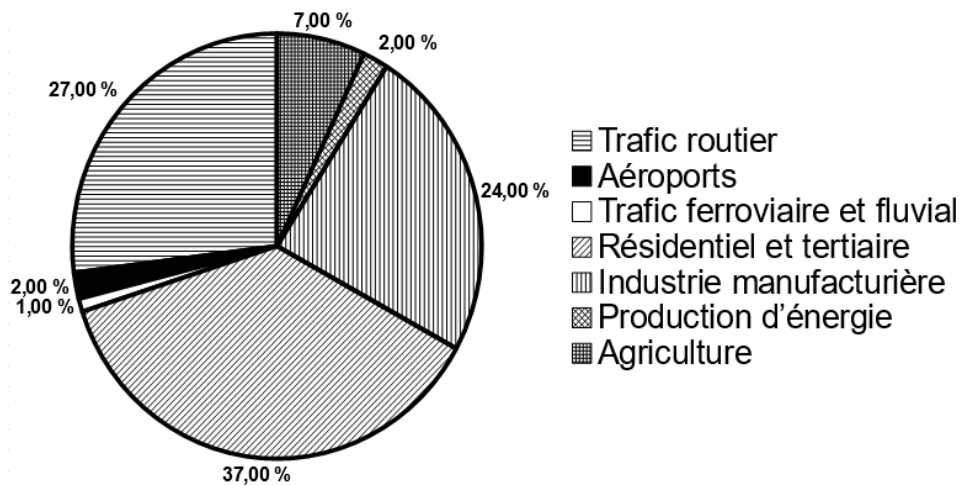
Combustible	Gaz naturel	Essence	Biomasse
Masse de CO <sub>2</sub> produite	56 g	À calculer à la question 5	95 g

Source : d'après J.-C. Guibet, Publications de l'Institut français du pétrole, 1997 et W.-M. Haynes, CRC Handbook of Chemistry and Physics, 2012

- 1- Indiquer le (ou les) combustible(s) mentionnés dans le document 1 pouvant être utilisés comme source(s) d'énergie renouvelable.
- 2- Calculer la masse d'essence, notée  $m_{\text{essence}}$ , nécessaire pour obtenir une énergie de valeur 1 MJ.
- 3- Sachant que la masse d'une mole d'essence est égale à 114 g, vérifier que la quantité de matière, notée  $n_{\text{essence}}$ , présente dans la masse d'essence nécessaire pour obtenir une énergie de valeur 1 MJ vaut environ :  $n_{\text{essence}} = 0,2 \text{ mol}$ .
- 4- À l'aide de l'équation de la réaction modélisant la combustion de l'essence, vérifier que la quantité de matière de dioxyde de carbone produite  $n_{\text{CO}_2}$  est telle que  $n_{\text{CO}_2} = 8n_{\text{essence}}$ . Calculer  $n_{\text{CO}_2}$ .
- 5- La masse d'une mole de dioxyde de carbone étant égale à 44 g, déterminer la masse de CO<sub>2</sub> libérée dans l'atmosphère par la combustion de l'essence pour obtenir une énergie de valeur 1 MJ.
- 6- Comparer la masse de dioxyde de carbone émise par MJ produit pour chaque combustible du document 1 et indiquer quel est l'impact environnemental majeur du dioxyde de carbone.
- 7- Identifier les 3 secteurs d'activité émettant le plus de particules fines, à partir du document 2 de la page suivante.



**Document 2 : Répartition (en %) par grands secteurs d'activité des émissions annuelles de particules fines de dimensions inférieures à  $2,5 \mu m$  (PM 2,5) en Ile-de-France**



Source : d'après Airparif 2007

**8-** À partir de l'étude présentée dans le document 3 de la page suivante, rédiger un texte argumenté expliquant la signification du chiffre : « 48000 décès par an en France sont dus à la pollution ».

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

### Document 3 : Impacts sanitaires de la pollution de l'air en France (2016)

La plupart des sources de pollution atmosphériques émettent des particules fines de diamètre inférieur à 2,5 micromètres (PM<sub>2.5</sub>) : transports, résidentiel/tertiaire, agriculture, industrie. Leur contribution relative à la pollution atmosphérique varie cependant selon le lieu.

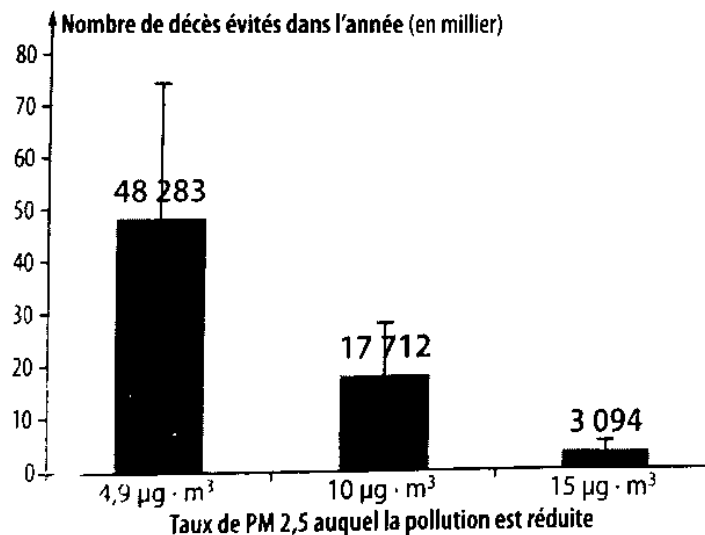
Désirant déterminer l'effet qu'une réduction de pollution aurait sur la mortalité prématurée en France, les chercheurs ont recueilli pour l'année 2007 les mesures de concentrations moyennes en particules fines PM<sub>2.5</sub> et le nombre total de décès.

Ils ont ensuite appliqué une relation mathématique, établie dans des études précédentes, afin de calculer l'effet de différents scénarios :

- réduction à 4,9 µg.m<sup>-3</sup>, valeur que l'on peut mesurer dans des villages de haute montagne à faible activité économique ;
- réduction à 10 µg.m<sup>-3</sup>, valeur recommandée par l'OMS ;
- réduction à 15 µg.m<sup>-3</sup>, objectif fixé par le Plan national santé-environnement de 2009.

La population française en 2019 est de 65 millions d'habitants.

Nombre de morts qui auraient été évités dans l'année selon la modélisation réalisée par les chercheurs



Source : d'après Santé Publique France

<https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2016/impacts-sanitaires-de-la-pollution-de-l-air-en-france-nouvelles-donnees-et-perspectives>



## Exercice 2 (au choix) – Niveau première

Thème « Son et musique, porteurs d'information »

### Autour d'une gamme

Sur 10 points

Les parties 1 et 2 peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre.

#### Partie 1. Masse et fréquence

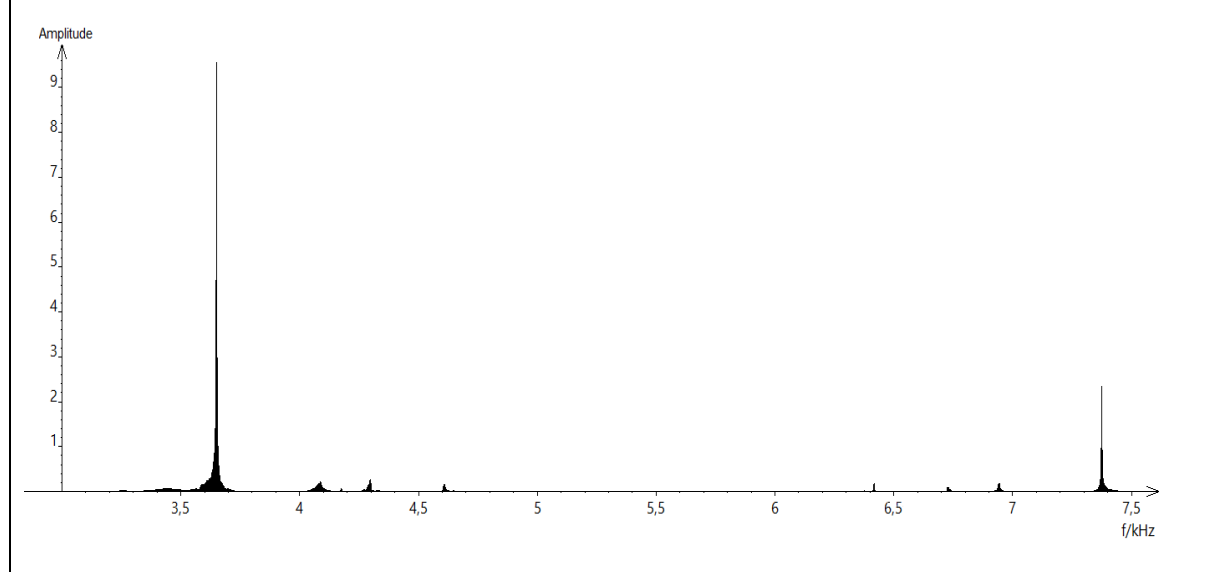
On dispose de trois marteaux  $M_1$ ,  $M_2$  et  $M_3$  de masses respectives  $m_1 = 0,24$  kg,  $m_2 = 0,48$  kg et  $m_3 = 1,44$  kg.

L'expérience consiste à les laisser tomber sur une enclume. Un logiciel d'acquisition enregistre le signal sonore émis.

On désigne respectivement par  $f_1$ ,  $f_2$  et  $f_3$  les fréquences fondamentales des sons émis par les marteaux  $M_1$ ,  $M_2$  et  $M_3$  lors de l'expérience.

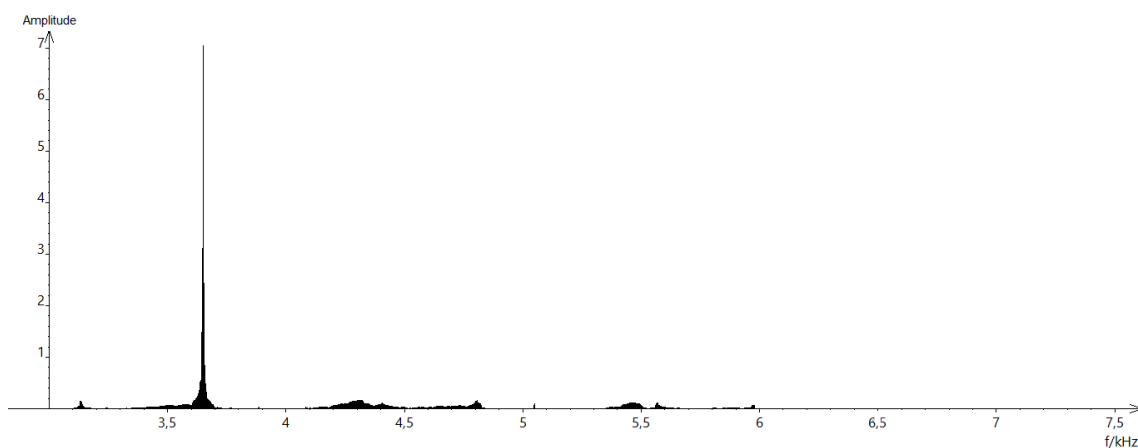
Document 1 : Spectres des fréquences des sons émis lors de la chute des marteaux

Spectre du son obtenu avec le marteau 1 :

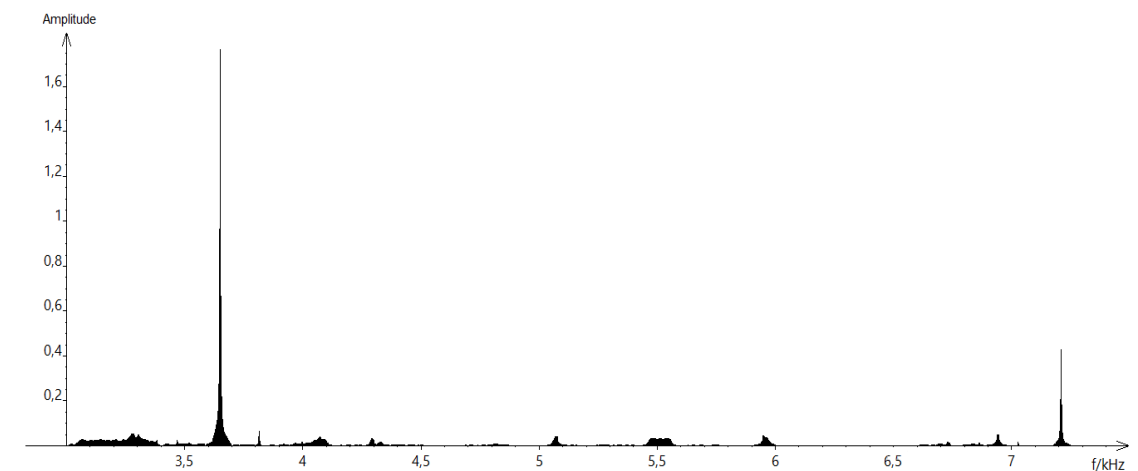




Spectre du son obtenu avec le marteau 2 :



Spectre du son obtenu avec le marteau 3 :



1- Lire sur le document 1 les fréquences fondamentales  $f_1$ ,  $f_2$ , et  $f_3$  des sons émis lors de l'expérience et noter leurs valeurs sur la copie.

2- Comparer ces fréquences. La masse du marteau influe-t-elle sur la fréquence fondamentale du son émis ?



## Partie 2. Construction d'une gamme

On souhaite construire une gamme musicale en harmonie avec la note obtenue en tapant sur l'enclume de la partie 1. On admet que cette fréquence vaut environ 3600 Hz.

**3-** Cette note, jugée trop aigüe, doit être diminuée de plusieurs octaves pour obtenir une fréquence proche de 440 Hz, qui correspond à la fréquence du La3 servant communément de référence. Combien d'octaves séparent la note obtenue en tapant sur l'enclume et le La3 ?

**4-** Dans une gamme de douze notes au tempérament égal (aussi appelée gamme tempérée), la fréquence de chaque note est obtenue en multipliant la fréquence de la note précédente par la racine douzième de deux, notée  $\sqrt[12]{2}$  ou  $2^{\frac{1}{12}}$ .

**4-a-** Recopier et compléter l'algorithme ci-dessous pour qu'il permette de construire la gamme de douze notes au tempérament égal à partir de la note de fréquence  $F = f_0$ .

```

F ← ...
Pour i allant de ... à ...
    Afficher F
    F ← ...
Fin Pour
    
```

**4-b-** Donner la valeur de B dans le tableau des fréquences ci-dessous :

	Note 0	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Note 5	Note 6	Note 7	Note 8	Note 9	Note 10	Note 11	Note 11
Fréquence $f$ (Hz)	455 $=f_0$	482	511	541	573	607	<b>A</b>	682	723	765	811	859	910
Rapport $f/f_0$	1	$2^{1/12}$	$2^{2/12}$	$2^{3/12}$	$2^{4/12}$	$2^{5/12}$	<b>B</b>	$2^{7/12}$	$2^{8/12}$	$2^{9/12}$	$2^{10/12}$	$2^{11/12}$	2

**4-c-** Expliquer pourquoi  $A^2 = 682 \times 607$  puis donner la valeur de A.

**5-** On rappelle que la quinte juste introduite pour construire les gammes de Pythagore est exactement  $3/2$ .

Déterminer la note de la gamme qui forme avec la note 0 l'intervalle le plus proche de la quinte juste.



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.)

Né(e) le :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

### L'or : exploitation et conséquences sanitaires

Sur 10 points

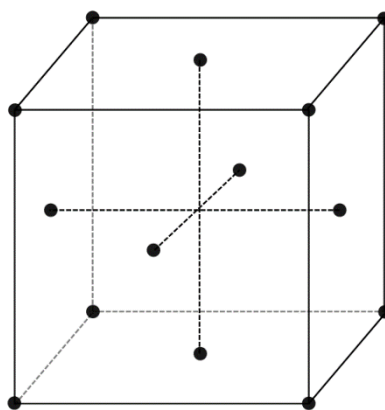
L'objectif de cet exercice est d'étudier la structure cristalline de l'or puis de comprendre en quoi l'exploitation de l'or peut favoriser le développement de troubles neurologiques dans les populations humaines.

#### Partie 1. La structure du cristal d'or

Document 1. Représentations de la maille cristalline de l'or

L'or cristallise en réseau cubique à faces centrées. Les atomes d'or sont assimilés à des sphères rigides, tangentes entre elles, de rayon  $r = 144,2 \text{ pm}$  ( $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$ ). Les points de tangence sont situés sur la diagonale d'une face du cube.

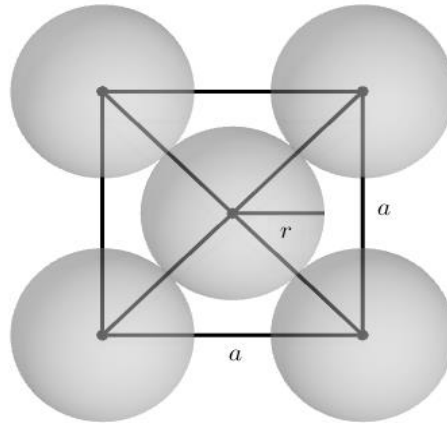
Ci-dessous, les points représentent la position des centres des atomes d'or dans la maille : chaque atome au sommet du cube appartient à huit mailles et ceux au centre de chaque face appartiennent à deux mailles.



réseau



On donne la représentation plane de la face d'une maille sur la figure suivante ;  $a$  est la longueur de l'arête de la maille et  $r$  est le rayon d'un atome.



1- On note  $a$  la longueur de l'arête du cube représentant une maille. Démontrer par le calcul que  $a = 407,9$  pm. En déduire le volume  $V_m$  d'une maille cubique en  $\text{pm}^3$ .

2- On rappelle que le volume  $V$  d'une sphère de rayon  $r$  est  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ . Calculer, en  $\text{pm}^3$ , le volume  $V_o$  d'un atome d'or.

3- On définit la compacité  $C$  d'un cristal par la relation :

$$C = \frac{\text{Volume occupé par les atomes d'une maille}}{\text{Volume de la maille}}$$

Calculer la compacité du cristal d'or.

## Partie 2. Conséquences sanitaires de l'exploitation d'or

L'extraction de l'or nécessite d'utiliser de grandes quantités de cyanure et de mercure. Chez les adultes, les effets d'une exposition importante au mercure se remarquent par des symptômes affectant le système nerveux : des tremblements et des pertes de capacités sensorielles, avec notamment la perte de coordination entre les cellules musculaires et nerveuses, des troubles de la mémoire, et des déficiences intellectuelles. Le mercure est considéré par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme l'un des dix produits chimiques ou groupes de produits chimiques extrêmement préoccupants pour la santé publique.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :   
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :  /  /

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## Document 2. Les effets du méthyl-mercure sur les êtres-vivants

Le cyanure et le mercure, utilisés sans précaution pour l'extraction de l'or, contaminent les sols et les nappes phréatiques à jamais. Même après la fermeture des mines, les gravats traités au cyanure génèrent pendant des décennies des acides sulfuriques toxiques.

Le mercure peut se transformer dans l'environnement en méthyl-mercure. Ce méthyl-mercure tend à s'accumuler dans les eaux et dans les espèces aquatiques. [...]

Le méthyl-mercure a la capacité de provoquer une réaction chimique dégradant les phospholipides de la membrane plasmique. Le méthyl-mercure peut pénétrer dans la cellule à travers ces membranes et peut se fixer sur certains organites notamment les mitochondries, et sur des protéines cytoplasmiques, dont le fonctionnement est alors altéré. Les cellules nerveuses sont particulièrement touchées.

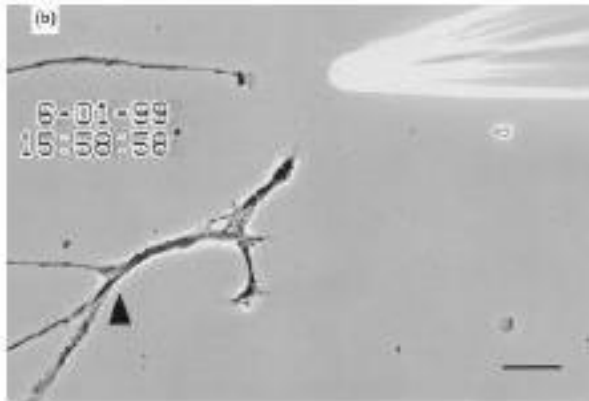
D'après Segall H.J., Wood J.M.(1974). Reaction of methyl mercury with plasmalogens suggests a mechanism for neurotoxicity of metal-alkyls. Nature, 248 : 456-8

## Document 3. Suivi microscopique de la croissance de cellules nerveuses dans différentes conditions (sans et avec exposition au méthyl-mercure)

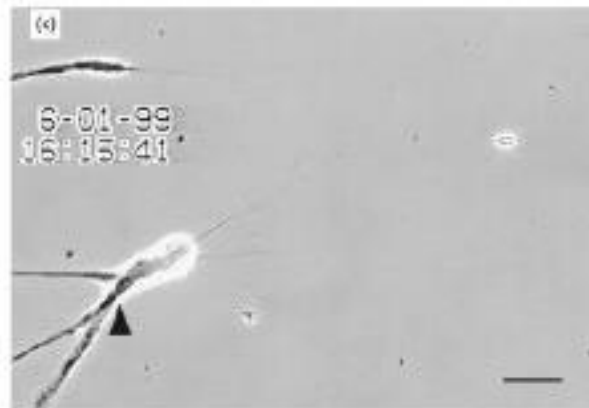


La même cellule nerveuse est suivie, dans différentes conditions environnementales.

**a** – Avant exposition au méthyl-mercure.



**b** – Après une exposition de 10 minutes au méthyl-mercure.



**c** – Après une exposition de 40 minutes au méthyl-mercure.

La barre d'échelle visible en bas à droite des photographies mesure 30  $\mu\text{m}$ .

La flèche noire permet de comparer un même point sur chaque image.

D'après Retrograde degeneration of neurite [...] in vitro exposure to mercury,  
Christopher C. W., Leong et al. – NeuroReport – Décembre 2000

**4-** À partir de l'exploitation des documents et de vos connaissances, expliquer l'origine cellulaire des symptômes présentés par les individus fortement exposés au mercure.

Une réponse argumentée structurée est attendue. Elle ne doit pas excéder une page.