

L'or - exploitation et conséquences sanitaires

Exercice sur 12 points

Thème « Une longue histoire de la matière »

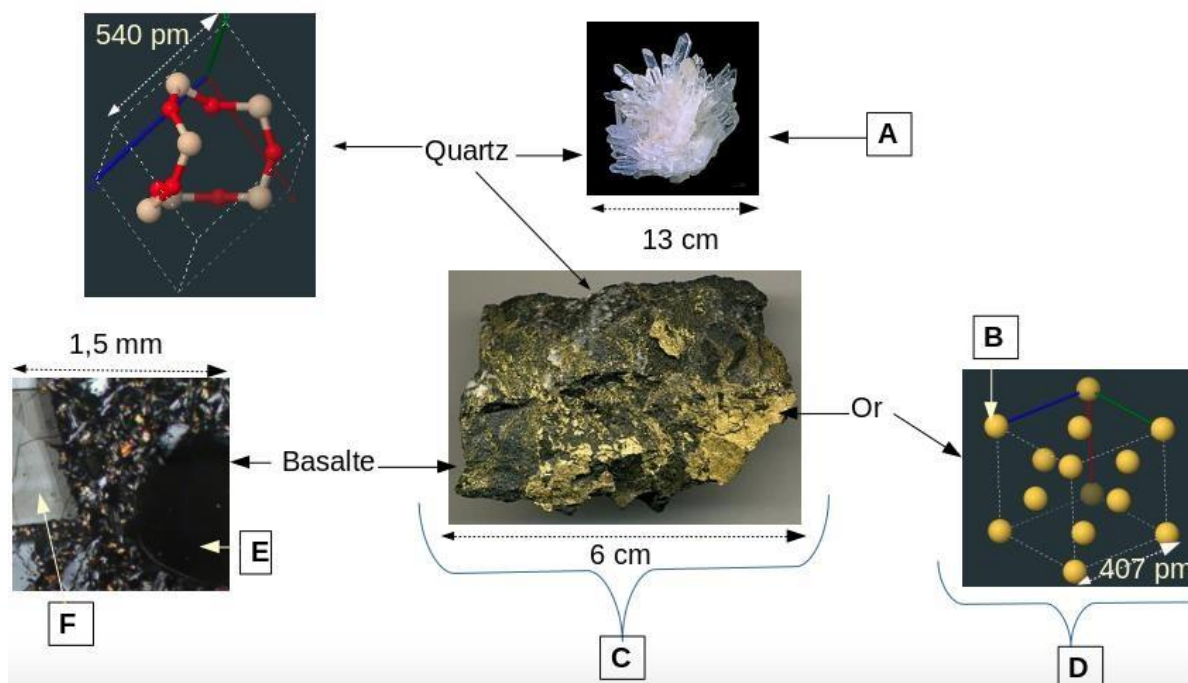
L'objectif de cet exercice est d'étudier la structure cristalline de l'or puis de comprendre en quoi l'exploitation de l'or peut favoriser le développement de troubles neurologiques dans les populations humaines.

Partie 1 – La structure d'un minerai aurifère

La région d'Ontario au Canada présente de nombreuses mines et notamment des mines d'or, dont la mine Red Lake. C'est de cette mine qu'a été extrait le minerai ci-dessous. Ce minerai est un basalte tholéiitique métamorphisé, dans lequel sont inclus du quartz et de l'or.

D'après https://en.wikipedia.org/wiki/Red_Lake_Mine

Document 1 – Morceau de minerai extrait dans la mine Red Lake (6,6 cm pour son diamètre le plus large) et modélisation de sa composition



Sources : d'après Wikipedia.org, Libmol.org et <http://www.macromicrophoto.fr/petrography>

1- En vous aidant des propositions ci-dessous et en effectuant un choix, associer la légende adéquate à chacune des lettres A, B, C et D du document 1.

- maille
- atome
- cristal
- molécule
- cellule
- roche

2- a- Dans ce minerai, identifier la ou les parties cristallines et la ou les parties amorphes parmi les éléments A à F. Justifiez votre réponse à l'aide du document 1 et de vos connaissances.

2- b Indiquer les conditions de refroidissement de la ou des parties amorphes d'après vos connaissances.

3- Pour séparer l'or des autres éléments après broyage on peut utiliser leur différence de masse volumique. À l'aide du tableau ci-dessous, justifier qu'une fois en poudre, l'or peut être séparé du quartz. On rappelle la formule permettant de calculer la masse volumique ρ à partir de la masse m et du volume V de l'échantillon :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Document 2 - Les mailles du quartz et de l'or

	Quartz	Or
Formule	SiO ₂	Au
Forme de la maille	Hexagonale	Cubique
Masse de la maille	3,0. 10 ⁻²⁵ kg	1,3. 10 ⁻²⁴ kg
Volume de la maille	1,3. 10 ⁻²⁸ m ³	6,7. 10 ⁻²⁹ m ³

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.

Document 3 – Les effets du méthylmercure 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 méthylmercure. Ce méthylmercure tend à s'accumuler dans les eaux et dans les espèces aquatiques. [...]

Le méthylmercure a la capacité de provoquer une réaction chimique dégradant les [molécules de] phospholipides qui constituent la membrane plasmique. Le méthylmercure 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.

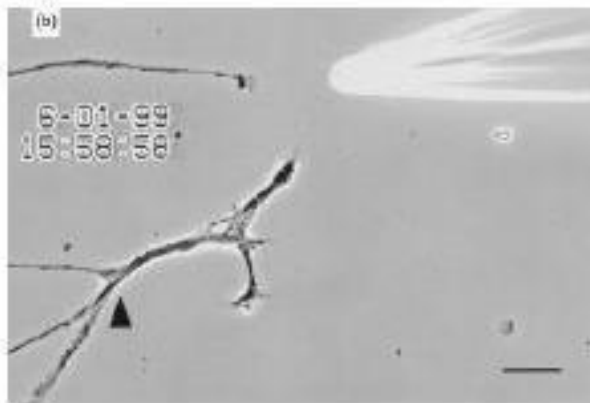
Source : D'après Segall H.J., Wood J.M.(1974). Reaction of methyl mercury with plasmalogens suggests a mechanism for neurotoxicity of metal-alkyls. Nature, 248 : 456-8

Document 4 – Suivi microscopique de la croissance de cellules nerveuses dans différentes conditions (sans et avec exposition au méthylmercure)



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

a – Avant exposition au méthylmercure.



b– Après une exposition de 10 minutes au méthylmercure.



c – Après une exposition de 40 minutes au méthylmercure.

La barre d'échelle visible en bas à droite des photographies mesure 30 μm .
La flèche noire permet de comparer un même point sur chaque image.

Source : 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 :

4-a- Sur votre copie, indiquer dans la liste ci-dessous le ou les éléments des différentes échelles de l'organisme qui sont altérées par le méthylmercure. Justifier.

- a. atome
- b. molécule
- c. organite
- d. cellule
- e. organisme

4-b- Rappeler le rôle de la membrane plasmique dans le fonctionnement cellulaire normal, puis expliquer comment le méthylmercure le modifie et provoque les symptômes nerveux présentés par les individus fortement exposés au mercure. Une réponse argumentée structurée est attendue. Elle ne doit pas excéder une page.

Des chercheurs ont découvert que certains animaux comme le Pétrel supportent de fortes concentrations en méthylmercure sans manifester de symptômes.

Document 5 – Des oiseaux marins détachent le méthylmercure

Naturellement fortement exposés au méthylmercure,[...] les oiseaux marins sont capables de détachent le méthylmercure grâce au sélénium pour former un composé minéral inerte non toxique, la tiemannite (sélénure de mercure), dans leurs tissus.

(Un composé inerte est incapable de réagir avec d'autres molécules.)

Source : D'après Manceau A, Gaillot AC et al. (2021) *In vivo formation of HgSe nanoparticles and Hg-tetraselenolate complex from methylmercury in seabird. Implications for the Hg-Se antagonism. Environmental Science & Technology.*

<https://www.osug.fr/actualites/faits-marquants/les-oiseaux-marins-detachent-le-mercure-ingere-dans-leur-alimentation.html>

4-c- Expliquer comment la tiemannite empêche l'apparition de symptômes malgré une forte concentration en mercure chez ces animaux.