

CLASSE : Première

VOIE : Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h12

Sujet 2024 avec maths n°ENSSCIMAT145

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique **avec enseignement de mathématiques spécifique**

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

DICTIONNAIRE AUTORISÉ : Oui Non

L'or et son extraction

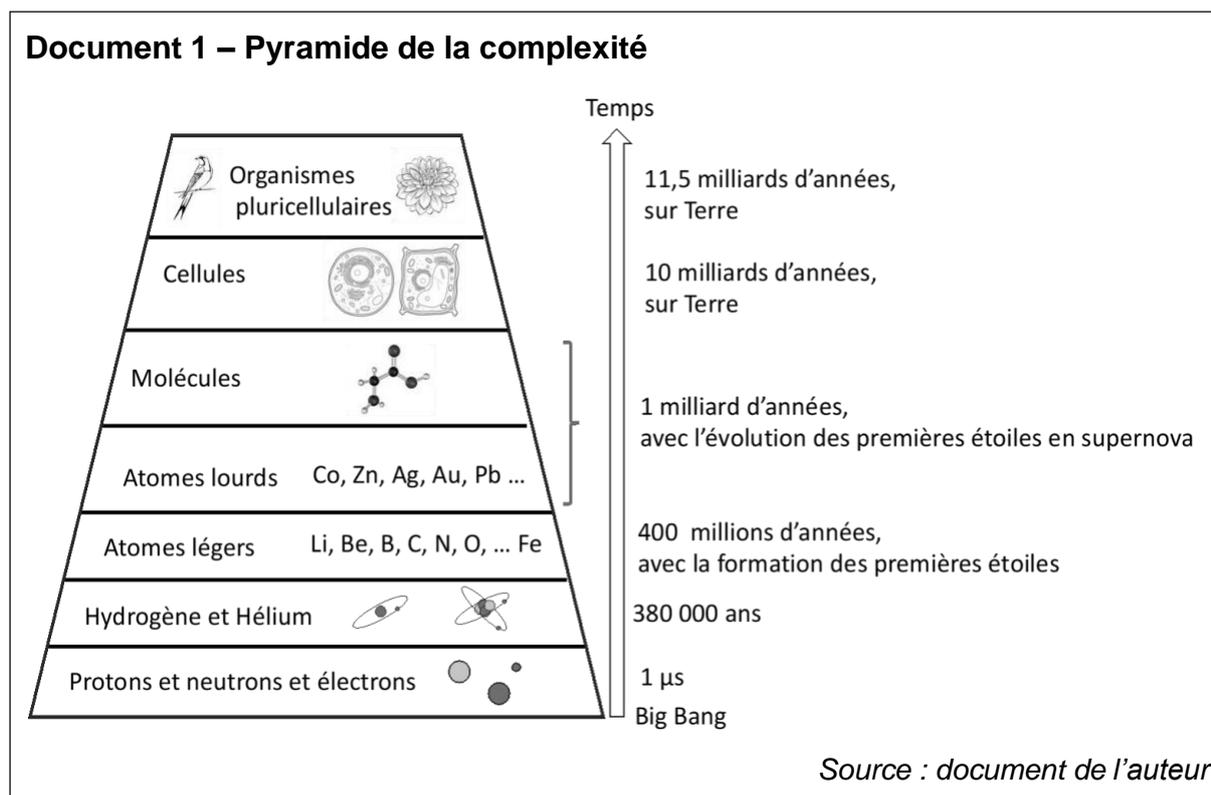
Exercice au choix sur 12 points

Thème « *Une longue histoire de la matière* »

L'or est un métal qui fascine l'homme depuis toujours : après avoir servi pendant des siècles à l'apparat, facilement travaillé grâce à sa ductilité*, ses propriétés pour la conduction de l'électricité en font actuellement un matériau de choix dans l'électronique.

* Ductilité : capacité d'un matériau à se déformer sans se rompre.

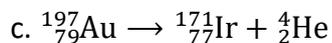
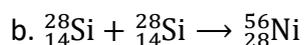
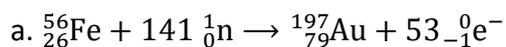
Partie 1 – Origine de l'or



- 1- Estimer la date à laquelle les premiers atomes d'or (Au) se sont formés et l'évènement associé.

L'un des mécanismes de formation des noyaux d'or est une succession de réactions nucléaires à partir de noyaux de fer.

2- Associer à chacune des réactions suivantes l'un des termes parmi : fusion nucléaire, fission nucléaire, bilan de la formation des noyaux d'or.

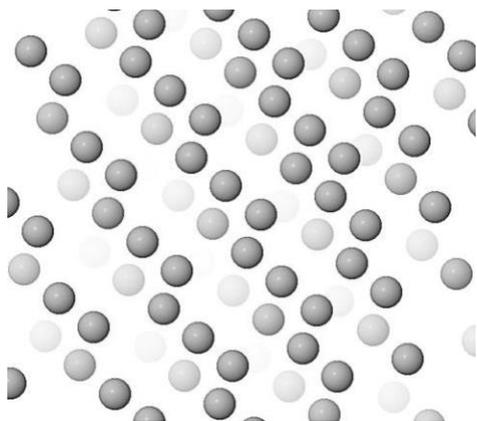


La connaissance de la structure du noyau atomique de l'or ne suffit cependant pas pour expliquer les propriétés du matériau. Il faut alors étudier sa structure cristalline.

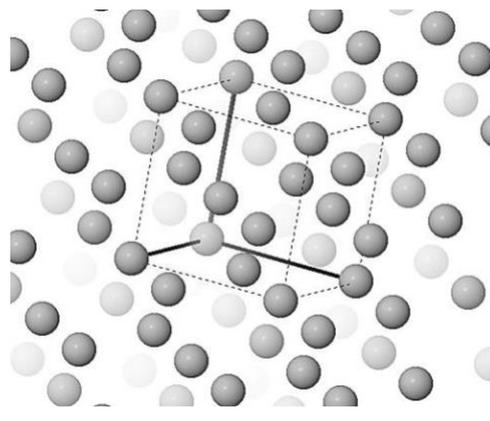
Partie 2 – Le cristal d'or

Document 2 – Représentations en trois dimensions de plusieurs mailles d'un cristal d'or

Chaque sphère ci-dessous représente un atome d'or ($Z = 79$). Une maille est mise en évidence sur la représentation 2.



Représentation 1

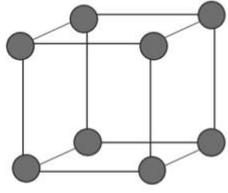
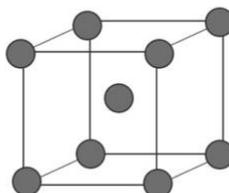
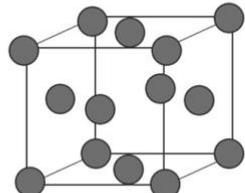


Représentation 2

Source : logiciel MinUSc

3- En vous appuyant sur vos connaissances, justifier que l'échantillon d'or soit qualifié de cristal.

Document 3 – Différents types de structures cristallines

Cubique simple	Cubique centré	Cubique à faces centrées
		

4- Déterminer le type de structure cristalline de l'échantillon considéré. Justifier votre réponse.

Document 4 – Dureté d'un matériau

La dureté est une grandeur macroscopique qui caractérise la résistance qu'un matériau oppose à une contrainte, exprimée entre 1 et 10 dans l'échelle de Mohs. Elle est liée à la structure microscopique du matériau considéré.

Élément	Numéro atomique	Dureté (Mohs)
Or	79	2,5
Titane	22	6
Chrome	24	7,5
Cuivre	29	3
Argent	47	2,5
Tantale	73	6,5
Iridium	77	6,5
Plomb	82	1,5
Uranium	92	6,0

Source : Document de l'auteur

- 5- À partir des données proposées, déterminer, en justifiant votre réponse, quels métaux pourraient présenter la même structure cristalline que l'or selon ce critère de dureté.

La découverte d'or est devenue synonyme de richesse facile et les épisodes de ruées vers l'or du 19^e siècle en sont témoins. L'extraction minière de l'or se fait alors souvent au détriment de l'environnement et de la santé des populations vivant sur place.

Partie 3 – L'extraction de l'or et son impact sur l'environnement

La cyanuration est une technique d'extraction de l'or grâce à une solution de sels de cyanure (cyanure de potassium KCN, cyanure de sodium NaCN ou cyanure de calcium $\text{Ca}(\text{CN})_2$) et de dioxygène dissout.

Document 5 – Un déversement accidentel de fluides cyanurés en 2000 en Australie

Le Département des Ressources Naturelles, des Mines et de l'Énergie du Queensland a fait état d'un accident dans une usine de traitement de l'or, lié à la défaillance d'une cuve d'extraction de l'or par cyanuration de 200 m³.

Un débordement d'environ 50 m³ d'une solution comptant 70 µg/L de cyanures libres s'est produit.

La CL50 ou « concentration létale à 50 % » désigne la concentration d'un produit chimique dans l'air ou dans l'eau qui cause la mort de 50 % des animaux, lors d'une durée d'exposition de 4 heures. Le tableau suivant présente la CL50 de plusieurs types de dérivés cyanurés pour les poissons et leur toxicité.

Catégorie	Dérivés cyanurés	Toxicité	CL50 en mg/L
Cyanures libres	CN^-	forte	≈ 0,1
	HCN	forte	de 0,05 à 0,18
	KCN(s), $\text{Ca}(\text{CN})_2$ (s)	forte	de 0,03 à 0,70
	$\text{NaCN} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (s)	forte	de 0,40 à 0,70

Sources : d'après Australian Government, 2010
et Note d'Analyse Association SystExt, Avril 2021

- 6- Comparer la concentration en cyanures du déversement australien avec les CL50 de référence pour déterminer la gravité de cet accident sur la faune aquatique.

Pour comprendre l'effet du cyanure sur les organismes aquatiques, on étudie sa toxicité sur la respiration cellulaire. On utilise pour cela la levure, organisme unicellulaire réalisant la respiration et facile à cultiver en milieu aquatique.

Document 6 – Dispositif expérimental pour étudier la respiration des levures

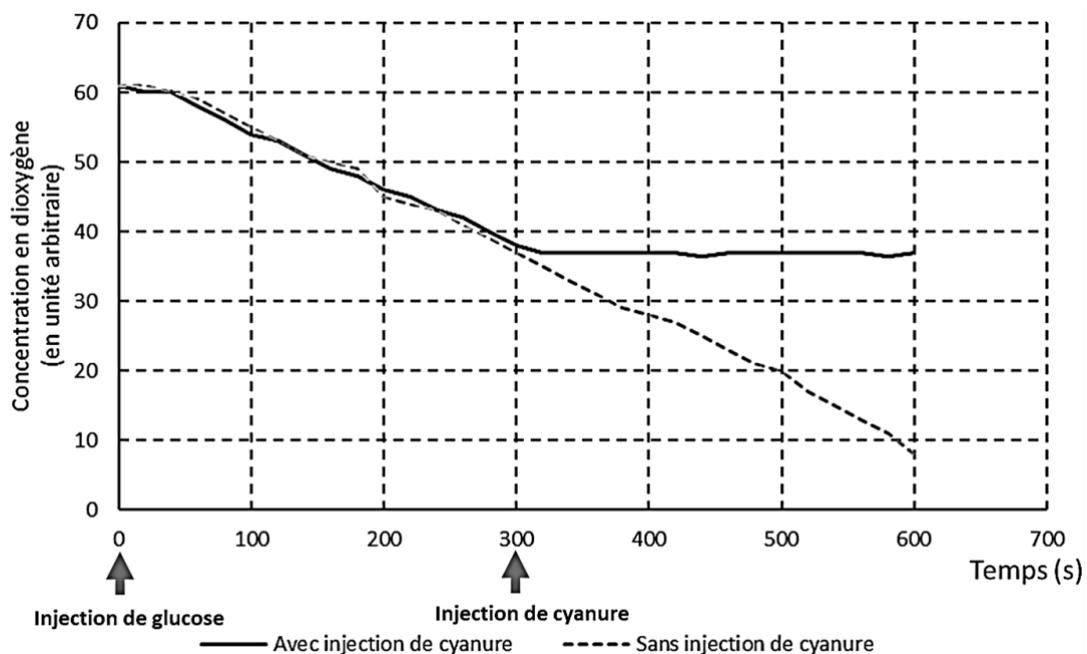
La respiration cellulaire permet aux levures de produire l'énergie dont elles ont besoin pour vivre, à partir du glucose et du dioxygène prélevé dans leur environnement.

L'équation de la respiration cellulaire est :



Il est possible de mesurer au cours du temps les concentrations en dioxygène et en dioxyde de carbone dans un milieu de culture contenant des levures et de l'eau. L'injection d'une solution choisie par l'expérimentateur peut être réalisée dans le milieu de culture.

Le graphique suivant montre la concentration en dioxygène en fonction du temps dans une suspension de levures.



Source : document de l'auteur

- 7- Expliquer pourquoi le protocole ci-dessous ne permettrait pas de mettre en évidence l'effet du cyanure sur la respiration cellulaire des levures. Justifier votre réponse.

Protocole :

On réalise un enregistrement avec uniquement une injection de cyanure au bout de 300 secondes.

- 8- Exploiter les résultats du document 6 pour conclure sur la toxicité du cyanure sur les êtres vivants aquatiques.