

CLASSE : Première

VOIE :  Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h00

Sujet 2024 sans maths n°ENSSCI164 et n°ENSSCI194

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique

sans enseignement de mathématiques spécifique

CALCULATRICE AUTORISÉE :  Oui  Non

DICTIONNAIRE AUTORISÉ :  Oui  Non

## De l'or pour lutter contre les bactéries

Exercice sur 10 points

Thème « Une longue histoire de la matière »

Les antibiotiques sont des substances chimiques capables de tuer les bactéries ou d'empêcher leur reproduction.

La surutilisation des antibiotiques depuis la maîtrise de leur extraction et de leur synthèse a conduit à l'apparition de souches bactériennes résistantes aux antibiotiques connus. La lutte contre la résistance aux antibiotiques est devenue un enjeu majeur de santé publique ces dernières années. Dans ce contexte, les nano-antibiotiques, composés de nanoparticules d'or à la surface desquelles sont greffés des antibiotiques, présentent souvent des propriétés exceptionnelles, allant même jusqu'à contourner les mécanismes de résistance bactérienne.

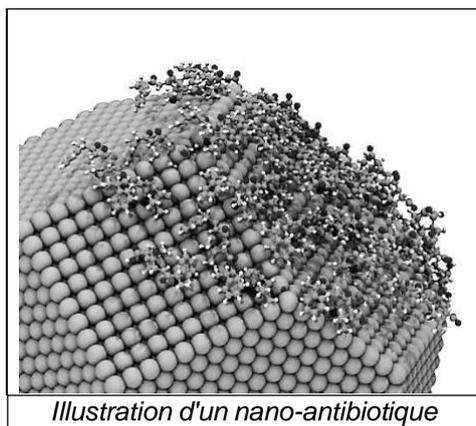


Illustration d'un nano-antibiotique

Source : d'après <https://theses.hal.science>

Dans cet exercice, on cherche à étudier la structure des nanoparticules d'or et leur utilisation dans la lutte contre les bactéries.

On rappelle que l'or est l'élément chimique de symbole Au. C'est un métal précieux de couleur jaune et présentant un fort éclat.

## Document 1 : Un nano-objet constitué d'or

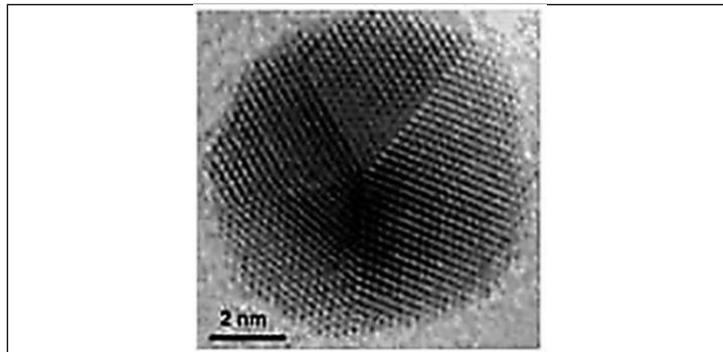


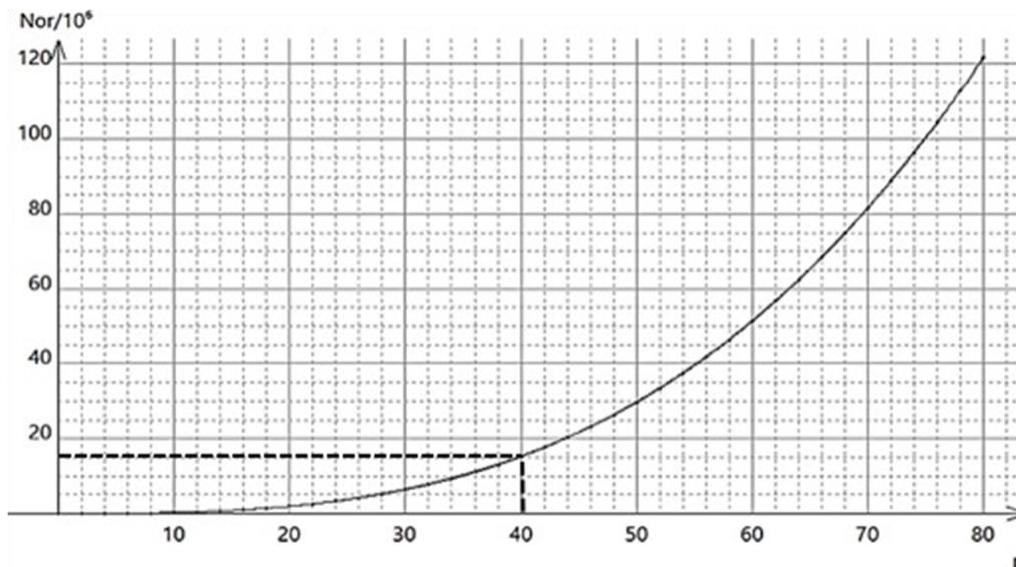
Image au microscope électronique du nano-objet

Source : d'après <https://rtflash.fr>

Une nanoparticule est un nano-objet dont la dimension caractéristique est inférieure à 100 nm.

Source : d'après <https://biologiedelapeau.fr>

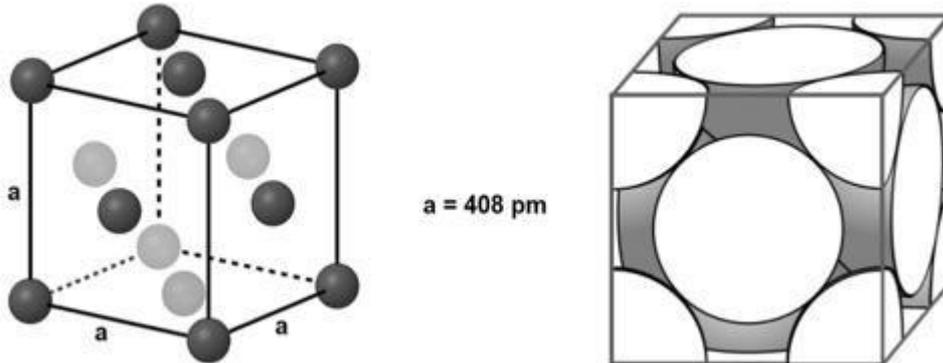
Graphique ❶ donnant le nombre d'atomes d'or  $N_{or}$  dans une nanoparticule en fonction de son rayon  $r$  en nm :  $N_{or} = f(r)$



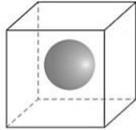
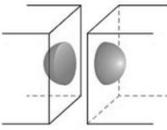
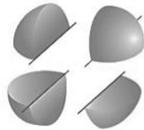
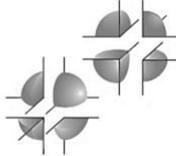
Source : d'après [synthese-de-nanoparticule-dor-et-leur-caracterisation-par-granulometrie-laser.pdf](#) (univ-tlemcen.dz)

## Document 2 : Organisation microscopique d'une nanoparticule d'or

À l'état microscopique, les nanoparticules d'or sont organisées selon un réseau dont les mailles élémentaires sont dites « cubiques faces centrées ». Une maille élémentaire de ce type est représentée ci-dessous de deux manières en perspective cavalière.



*Outil pour dénombrer les entités dans une maille :*

Entité au centre de la maille	Entité au milieu d'une face	Entité au milieu d'une arête	Entité au sommet du cube
			
Compte pour 1	Compte pour $\frac{1}{2}$	Compte pour $\frac{1}{4}$	Compte pour $\frac{1}{8}$

Source : d'après <https://www.lelivrescolaire.fr/page/5737687>

### **Données :**

- Masse d'un atome d'or :  $3,27 \times 10^{-25} \text{ kg}$
- $1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$
- $1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$
- $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$
- $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$
- Volume d'un cube d'arête  $a$  :  $V = a^3$

**Document 3 : Action de nanoparticules Ampicilline-Or sur quelques souches bactériennes**

L'ampicilline est un antibiotique qui peut être greffé sur des nanoparticules d'or.

<b><i>Efficacité de l'ampicilline sur différentes souches bactériennes</i></b>		
<i>Souche bactérienne</i>	<i>CMI Ampicilline (<math>\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}</math>)</i>	<i>CMI Ampicilline greffée sur nanoparticule d'or (<math>\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}</math>)</i>
Escherichia coli (souche 1)	125	15,6
Escherichia coli (souche 2)	250	62,5
Staphylococcus aureus	125	7,8
Bacillus subtilis	31	7,8
Flavobacterium devorans	250	125

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice c'est-à-dire la plus petite concentration en antibiotique nécessaire pour bloquer la croissance d'une souche bactérienne.

*Source : d'après Nanotechnology, Volume 31, Issue 21*

- 1- Vérifier que le nano-objet photographié au document 1, sur lequel les atomes sont clairement visibles, est bien une nanoparticule et que celle-ci relève de l'état cristallin.
- 2- Justifier l'appellation « cubique faces centrées » de la maille élémentaire représentée au document 2.
- 3- Montrer que cette maille élémentaire contient 4 atomes d'or et calculer leur masse totale.
- 4- Calculer le volume de cette maille élémentaire.
- 5- Dédire des questions 3- et 4- que la masse volumique d'une maille élémentaire de nanoparticule d'or est égale à celle de l'or métallique à savoir  $19,3 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .
- 6- Une nanoparticule d'or, sur laquelle des antibiotiques peuvent être greffés, a un rayon moyen de 40 nm. À l'aide du document 1, préciser dans ce cas le nombre d'atomes d'or qui constituent la nanoparticule.
- 7- Louis Pasteur, pionnier de la microbiologie, a affirmé : « Dans la nature, le rôle de l'infiniment petit est infiniment grand ». Commenter cette affirmation en analysant le cas des nanoparticules d'or greffées d'ampicilline, illustré par les documents de l'exercice.