



Exercice 1 – Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

Vitreaux médiévaux et panneaux photovoltaïques

Sur 10 points

Des chercheurs ont découvert que le rouge des vitreaux médiévaux était renforcé par la présence de nanoparticules de cuivre qui améliorent l'absorption de la lumière par la matière.

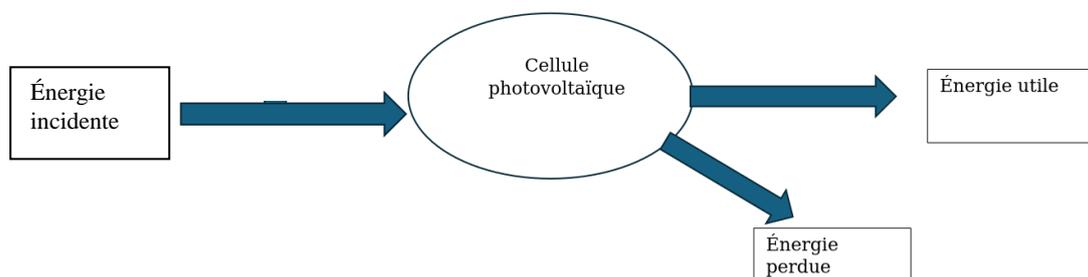
La découverte de ce phénomène ouvre de nouvelles pistes pour améliorer les performances des cellules photovoltaïques. On s'intéresse ici à ces pistes.

Document 1 – Propriétés électriques des semi-conducteurs contenus dans les cellules photovoltaïques

Les propriétés électriques d'un semi-conducteur dépendent d'une bande énergétique appelée le « gap ». Les photons du spectre solaire dont l'énergie est inférieure à celle du gap du semi-conducteur ne peuvent pas être exploités par la cellule photovoltaïque. Pour les photons dont l'énergie est supérieure à celle du gap, l'excédent d'énergie est converti en chaleur.

Source : connaissancedesenergies.org

On peut représenter le bilan d'énergie pour une cellule photovoltaïque par le diagramme suivant :



Le rendement des semi-conducteurs a été étudié par Shockley et Queisser en 1961. Ils ont montré que ce rendement ne pouvait pas dépasser un maximum théorique dépendant de l'énergie associée au gap. Le graphique suivant illustre cette propriété.

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Rendement théorique maximum (%)



Source : <https://solaredition.com>

Tableau indiquant les caractéristiques de différents semi-conducteurs :

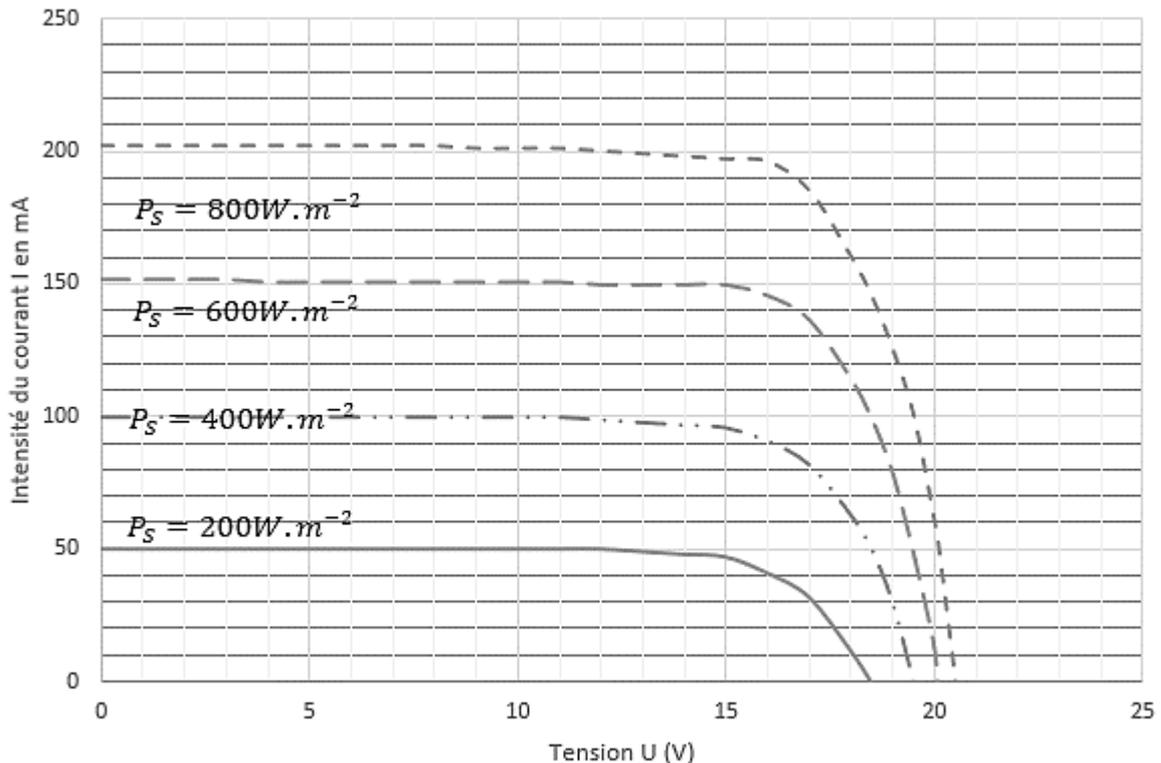
Nom du semi-conducteur	Germanium	Silicium	Arséniure de gallium	Phosphore de gallium	Sulfure de cadmium
Symbole	Ge	Si	GaAs	GaP	CdS
Energie du gap (eV)	0,7	1,1	1,4	2,3	2,4
Prix (€) au kg (2025)	4000	60	600	150	110

Source : produit par l'auteur

- 1- Indiquer la nature de « l'énergie incidente », celle de « l'énergie utile » et celle de « l'énergie perdue » du document 1.
- 2- En utilisant le document 1 classer les semi-conducteurs par ordre décroissant de rendement théorique.
- 3- Proposer une hypothèse expliquant le fait que le semi-conducteur le plus efficace n'est pas celui qui est le plus utilisé pour la fabrication des panneaux photovoltaïques.



Document 2 – Caractéristique externe d'une cellule photovoltaïque en fonction de la puissance surfacique P_s reçue par le panneau photovoltaïque



Source : mesures réalisées par l'auteur

On s'intéresse à une cellule photovoltaïque au silicium, de forme rectangulaire, de dimensions 20 cm x 10 cm. Cette cellule est soumise à un éclairage dont la puissance par unité de surface est égale à 600 W.m^{-2}

- 4- Calculer la puissance totale reçue par la cellule photovoltaïque.
- 5- À l'aide du graphique du document 2, déterminer la puissance de sortie de la cellule pour une tension $U=15 \text{ V}$, compte tenu de l'intensité du courant correspondant à la puissance surfacique reçue égale à 600 W.m^{-2} .
- 6- Montrer que le rendement de la cellule est supérieur à 18 %, pour une puissance surfacique reçue égale à 600 W.m^{-2} et une tension de sortie égale à 15 V.
- 7- Comparer et commenter ce rendement vis-à-vis du rendement théorique maximum figurant dans le document 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 :



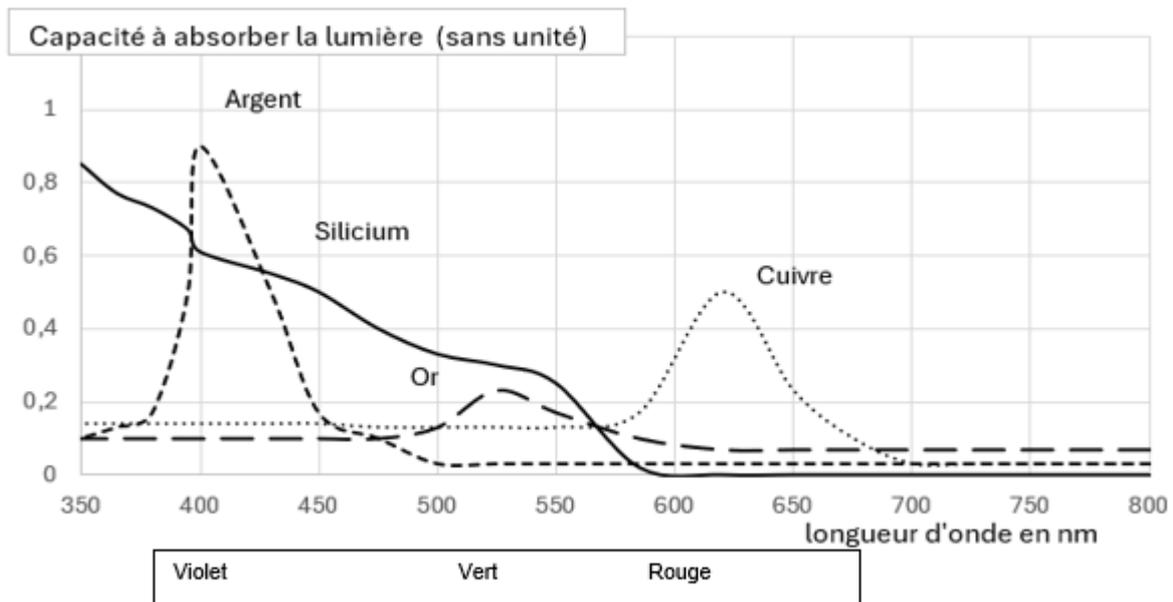
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

L'une des voies de recherche actuelles consiste à optimiser la captation des photons afin qu'ils contribuent efficacement au processus de conversion d'énergie. Les chercheurs ont montré que le rouge éclatant des vitraux, dû à la vibration à certaines fréquences lumineuses des nanoparticules de cuivre injectées, constitue un phénomène assez proche de l'effet photovoltaïque.

Document 3 – Spectres d'absorption comparés de nanoparticules de différents métaux



Source : Le Mans université (<https://www.researchgate.net/publication/325245689>)

- 8- En utilisant le document 3, expliquer en quoi l'utilisation de nanoparticules de cuivre pourrait permettre d'augmenter le rendement des panneaux photovoltaïques au silicium.



Exercice 2 – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

L'ozone atmosphérique et l'apparition de la vie sur Terre

Sur 10 points

Les premières formes de vie sur Terre sont apparues dans les océans, un milieu qui absorbe les ultra-violets (UV). Il a fallu ensuite plus de 3 milliards d'années pour qu'apparaissent les premières formes de vie sur les continents.

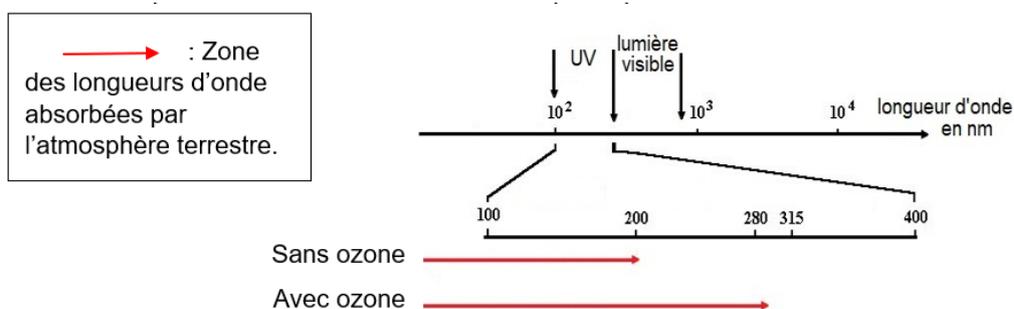
On cherche à comprendre le rôle joué par l'ozone stratosphérique (la stratosphère est une des couches de l'atmosphère terrestre) pour permettre la colonisation des continents par les végétaux et les animaux.

Document 1 – L'ozone, un filtre sélectif envers les UV

Le rayonnement UV est potentiellement nocif pour les êtres vivants du fait de sa haute énergie. On subdivise les UV émis par le Soleil en trois classes, en fonction de leur activité biologique et du pouvoir de pénétration dans la peau humaine :

- **les UV-C** : 200-280 nm, les plus énergétiques et les plus nocifs ;
- **les UV-B** : 280-315 nm, responsables du bronzage à retardement et des coups de soleil, favorisant le vieillissement de la peau et l'apparition de cancers cutanés ;
- **les UV-A** : 315-400 nm, responsables du bronzage immédiat et du vieillissement de la peau, ayant un effet cancérogène mais très inférieur à celui des UV-B.

Le schéma ci-après représente les longueurs d'onde absorbées par l'atmosphère terrestre en présence ou non d'ozone stratosphérique.



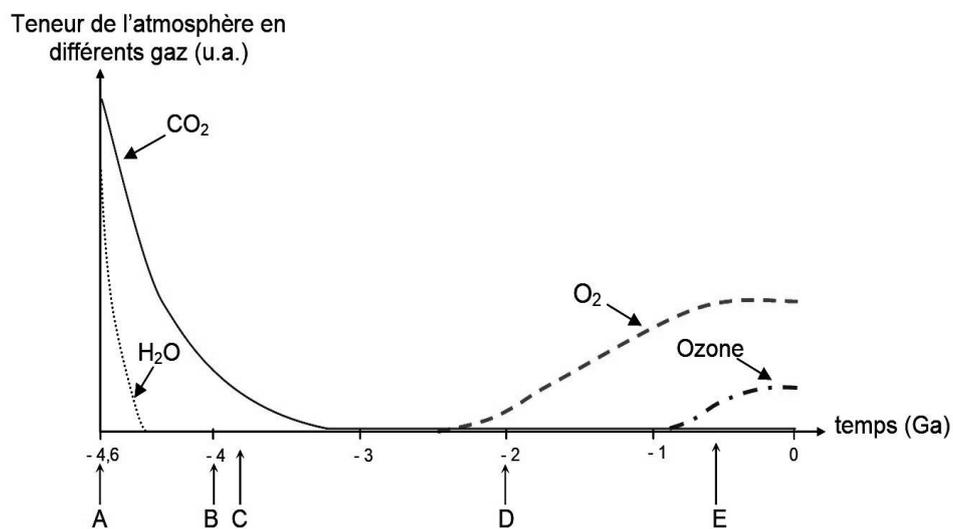
Source : d'après ENS Lyon, <https://acces.ens-lyon.fr>



- 3- D'après les documents 1 et 2, expliquer pourquoi les UV-C sont qualifiés de « nocifs » dans le document 1. Vous justifierez votre réponse avec une ou des valeurs numériques.

Document 3 – Évolution des gaz de l'atmosphère terrestre dont l'ozone

L'ozone (O_3) se forme dans la stratosphère à partir du dioxygène (O_2) qui réagit avec le rayonnement solaire.



u.a. = unité arbitraire

Ga : milliard d'années

- A** : Origine de la Terre
- B** : Apparition de la vie
- C** : Apparition de la photosynthèse dans les océans
- D** : Apparition de la respiration
- E** : Colonisation des continents par les végétaux et les animaux

Source : d'après <https://svt.ac-dijon.fr/schemassvt>

- 4- Décrire l'évolution de la teneur en ozone au cours du temps.
- 5- À l'aide de l'ensemble des informations, expliquer l'importance qu'a pu avoir l'apparition d'ozone dans l'atmosphère terrestre.

