

Modèle CCYC : ©DNE

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.)

1..1

## ÉVALUATION

**CLASSE :** Terminale

**VOIE :** ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

**ENSEIGNEMENT :** Enseignement scientifique

**DURÉE DE L'ÉPREUVE :** 2 h

Niveaux visés (LV) : ∅

Axes de programme : ∅

**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒ Oui ☐ Non

**DICTIONNAIRE AUTORISÉ :** ☐ Oui ☒ Non

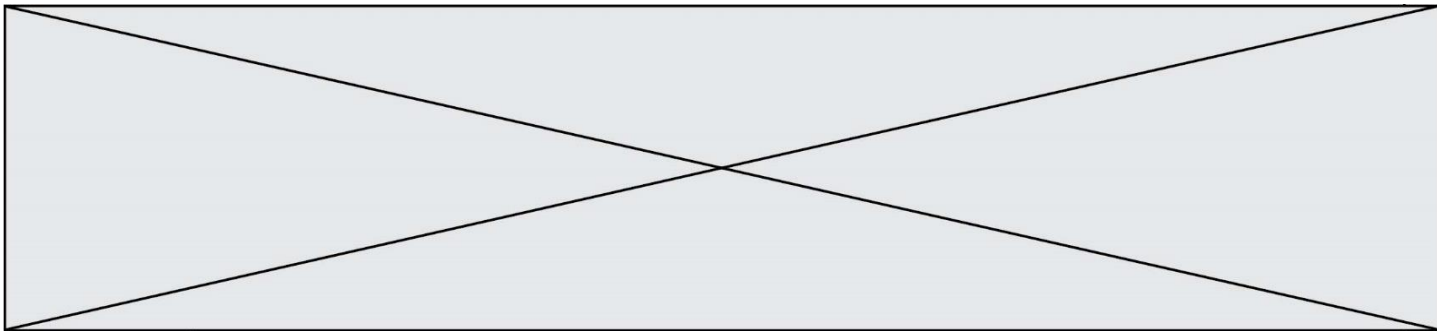
☒ Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

☐ 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.

☐ Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

**Nombre total de pages :** 9

**Le candidat traite les deux exercices  
qui sont proposés dans ce sujet.**



## Exercice 1 – Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

### Vitraux médiévaux et panneaux photovoltaïques

Sur 10 points

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

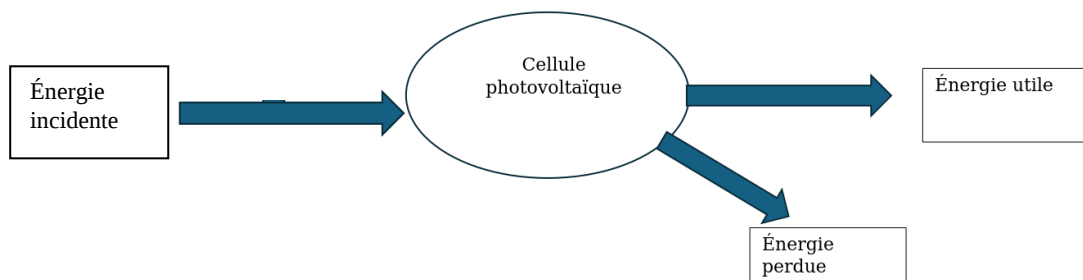
La découverte de ce phénomène ouvre de nouvelles pistes pour améliorer les performances des cellules photovoltaïques. On s'intéresse ici à ces pistes.

#### 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](http://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.



## Rendement théorique maximum (%)

Source : <https://solaredition.com>

## Tableau indiquant les caractéristiques de différents semi-conducteurs :

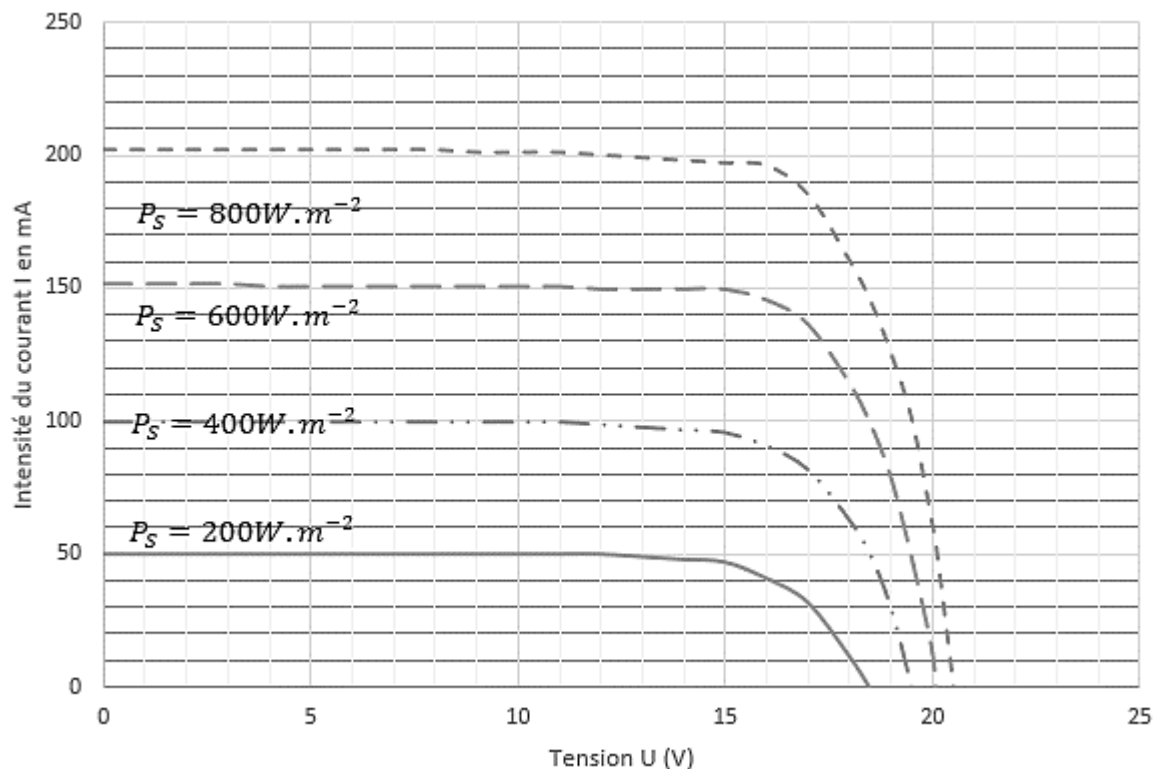
| Nom du semi-conducteur | Germanium | Silicium | Arséniure de gallium | Phosphore de gallium | Sulfure de cadmium |
|------------------------|-----------|----------|----------------------|----------------------|--------------------|
| Symbole                | Ge        | Si       | GaAs                 | 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

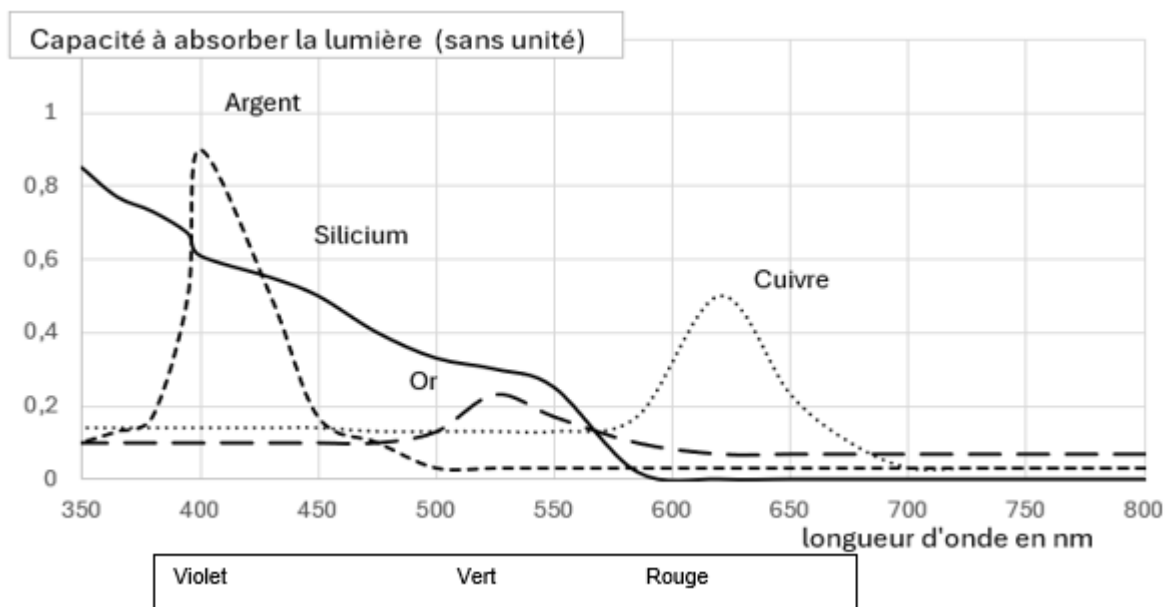
On s'intéresse à une cellule photovoltaïque au silicium, de forme rectangulaire, de dimensions 20 cm x 10 cm. Cette cellule est soumise à un éclairage dont la puissance par unité de surface est égale à  $600 \text{ W.m}^{-2}$

- 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  $600 \text{ W.m}^{-2}$ .
- 6- Montrer que le rendement de la cellule est supérieur à 18 %, pour une puissance surfacique reçue égale à  $600 \text{ W.m}^{-2}$  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.



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.

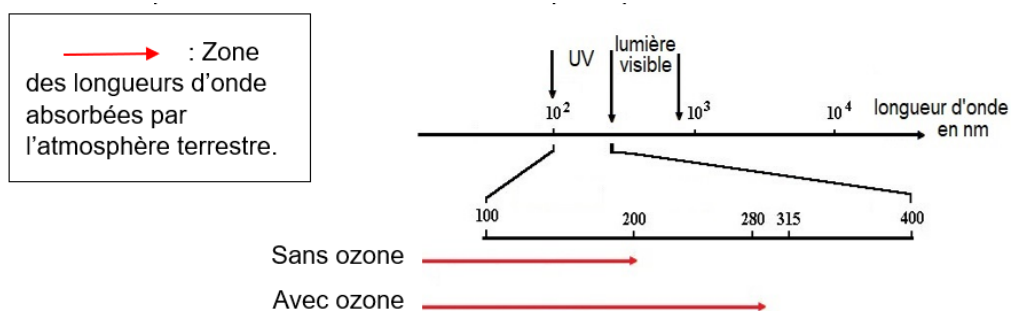
On cherche à comprendre le rôle joué par l'ozone stratosphérique (la stratosphère est une des couches de l'atmosphère terrestre) pour permettre la colonisation des continents par les végétaux et les animaux.

#### 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://accres.ens-lyon.fr>

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

- 1- Indiquer le domaine des longueurs d'ondes des UV-C, UV-B et UV-A, par une légende appropriée SUR LE DOCUMENT ANNEXE.
- 2- Indiquer les types d'UV filtrés par l'ozone stratosphérique et expliquer l'intérêt de ce filtrage pour les êtres vivants.

### Document 2 – Action des UV atmosphériques sur l'ADN

Dans les conditions atmosphériques, une solution d'ADN absorbe des longueurs d'ondes entre 210 nm et 235 nm, avec un maximum d'absorption de 100 % pour 254 nm.

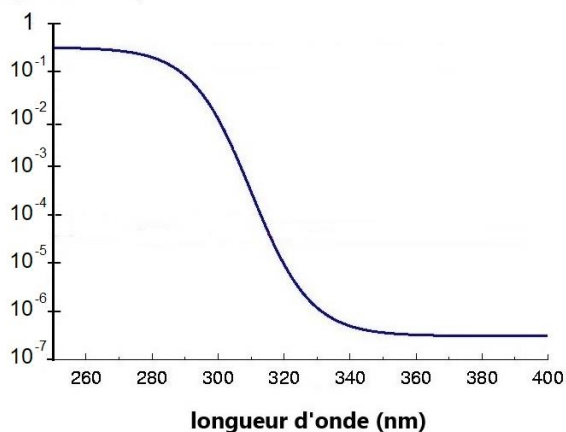
Les principales cibles des UV sont les bases thymine et cytosine de la molécule d'ADN. Lorsqu'elles sont côte à côte dans la molécule, les lésions induites par les photons absorbés peuvent être à l'origine de mutations. Si ces mutations touchent des gènes impliqués dans le contrôle du cycle cellulaire, elles contribuent à la formation de cellules cancéreuses ou à la mort de la cellule.

Le graphique ci-après représente la proportion de mutations dans une solution d'ADN soumise à des longueurs d'onde variables dans les conditions atmosphériques.

Pour chaque longueur d'onde, la proportion de mutations est estimée par rapport à un taux de mutation de référence, pour lequel toute la molécule d'ADN est détruite :

- une proportion de  $10^{-2}$  signifie que le taux de mutations est divisé par 100, par rapport à cette référence ;
- une proportion de  $10^{-6}$ , un taux de mutation divisé par 1 million.

proportion de mutations dans l'ADN  
(unité arbitraire)



Graphique représentant la proportion de mutations dans une solution d'ADN soumise à des longueurs d'onde variables

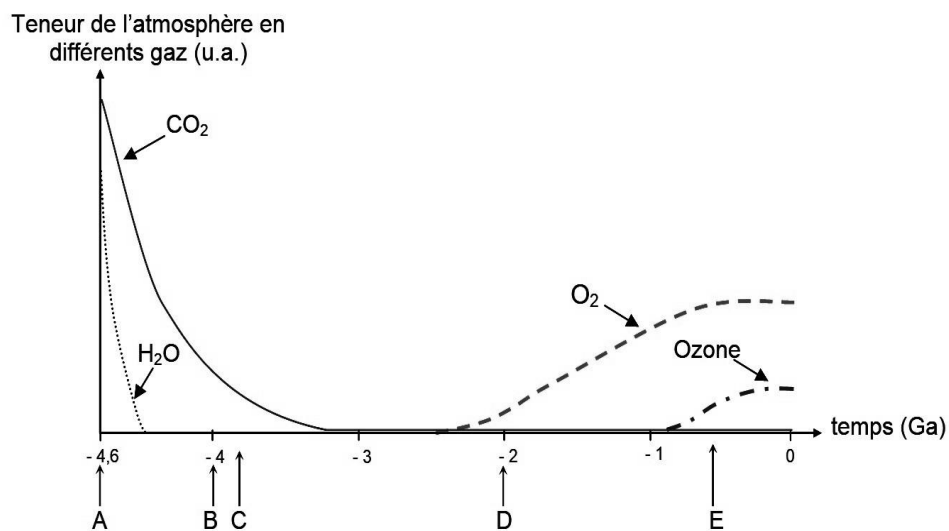
Source : d'après ENS Lyon



- 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.

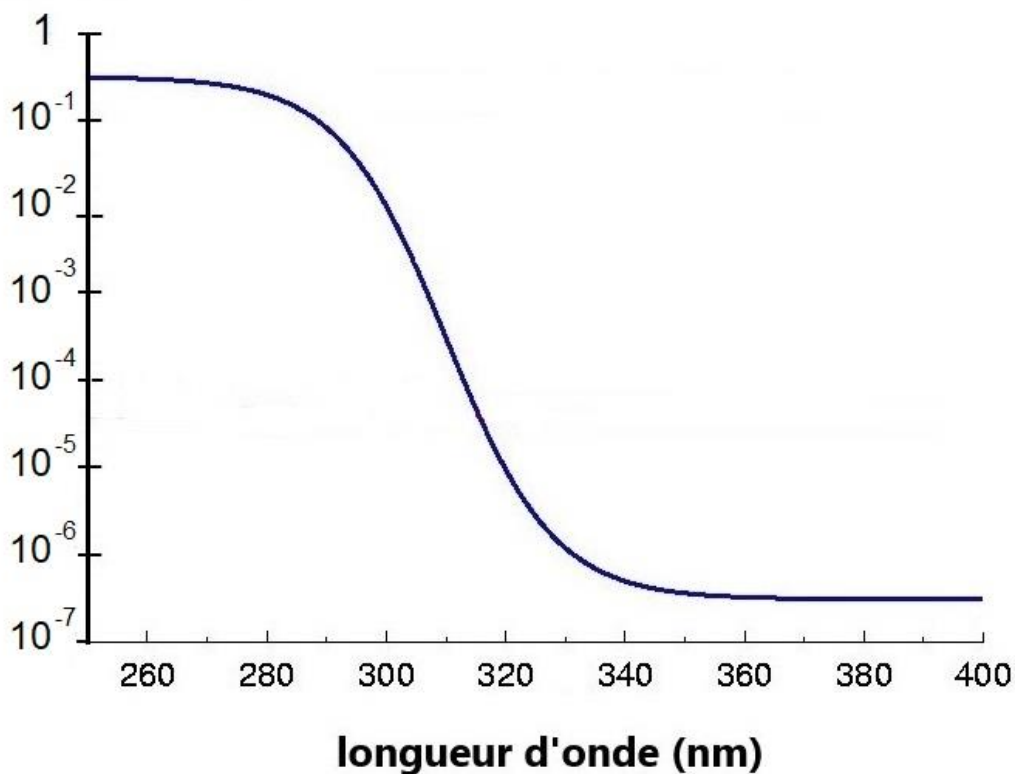


## Document réponse à rendre avec la copie

## Exercice 2 – Question 1

proportion de  
mutations dans l'ADN

(unité arbitraire)



Graphique représentant la proportion de mutations dans une solution d'ADN soumise à des longueurs d'onde variables