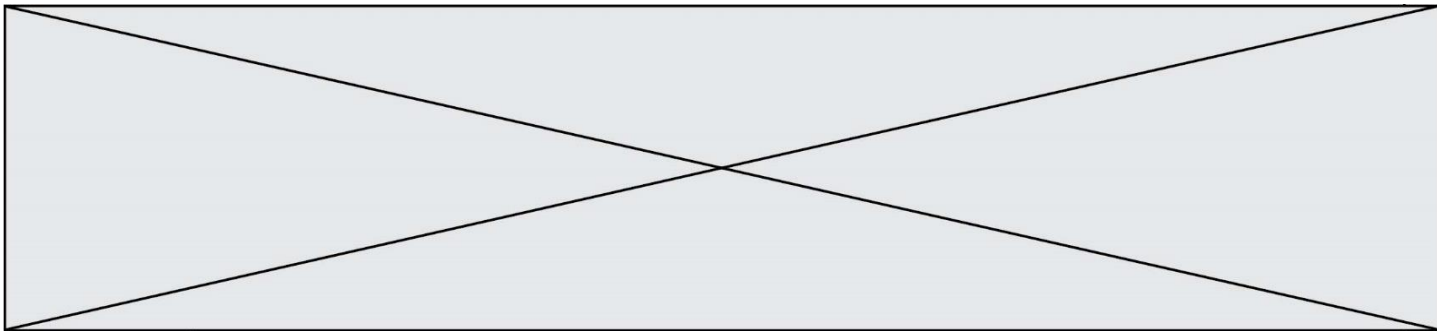




Exercice 1 – Niveau terminale

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.

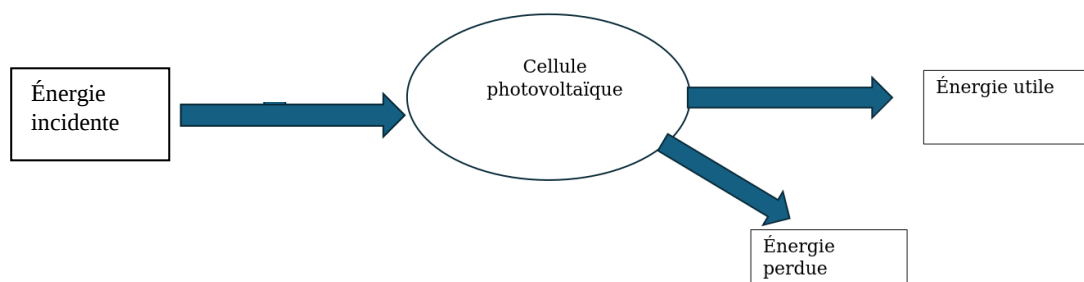
La découverte de ce phénomène ouvre de nouvelles pistes pour améliorer les performances des cellules photovoltaïques. On s'intéresse ici à ces pistes.

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

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 (%)

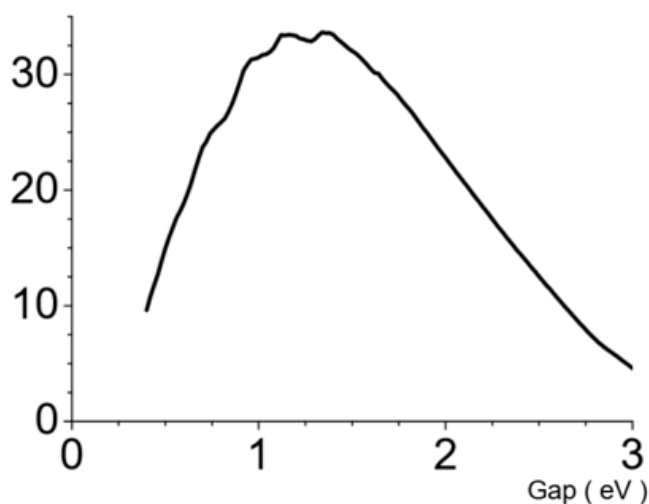
Source : <https://solaredition.com>

Tableau indiquant les caractéristiques de différents semi-conducteurs :

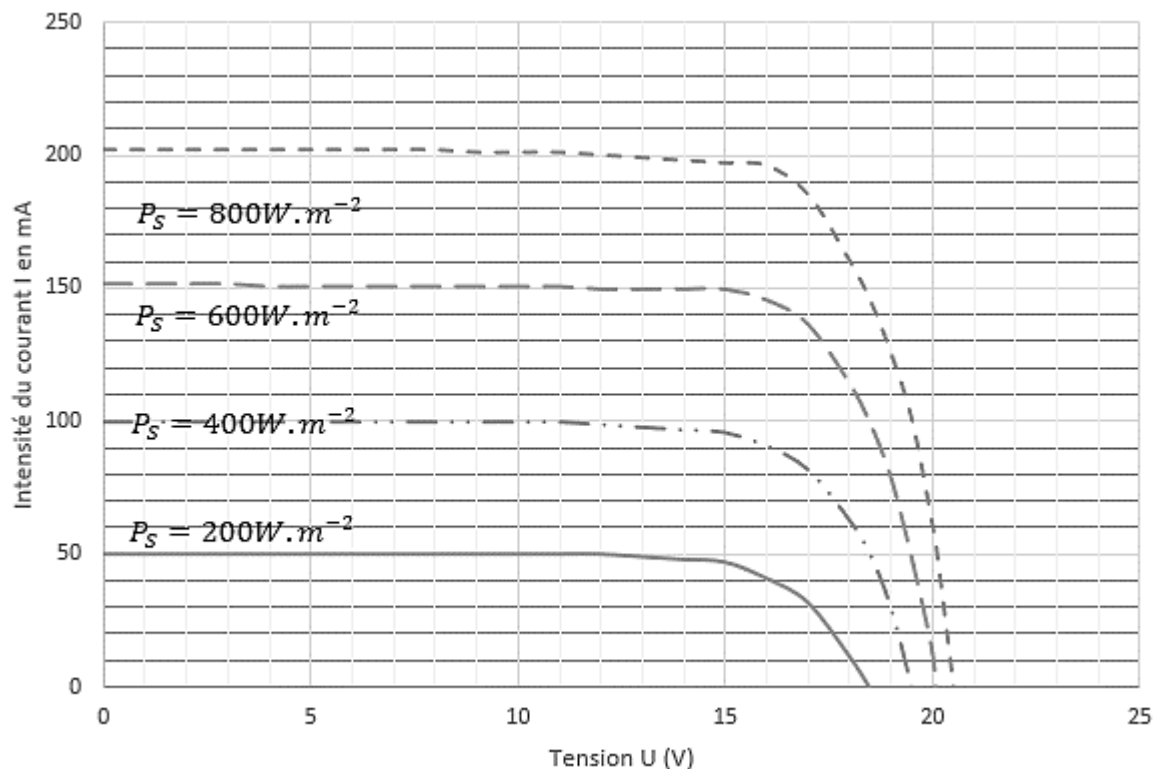
Nom du semi-conducteur	Germanium	Silicium	Arséniure de gallium	Phosphore de gallium	Sulfure de cadmium
Symbole	Ge	Si	GaAs	GaP	CdS
Energie du gap (eV)	0,7	1,1	1,4	2,3	2,4
Prix (€) au kg (2025)	4000	60	600	150	110

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

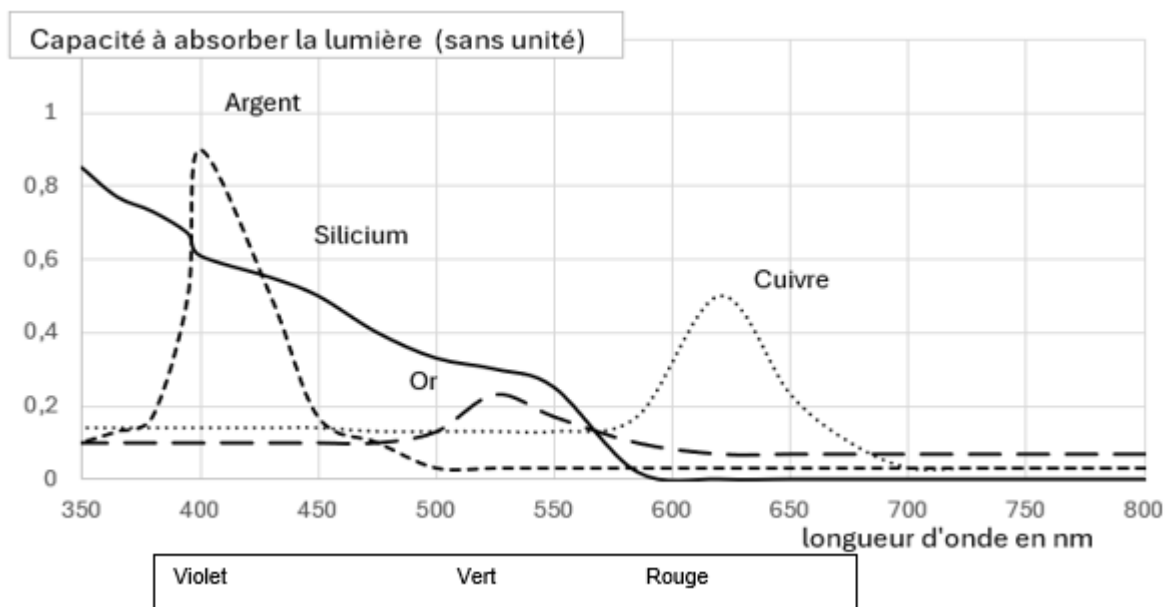
On s'intéresse à une cellule photovoltaïque au silicium, de forme rectangulaire, de dimensions 20 cm x 10 cm. Cette cellule est soumise à un éclairage dont la puissance par unité de surface est égale à 600 W.m^{-2}

- 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.



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 « Une histoire du vivant »

Le crapaud sonneur à ventre jaune

Sur 10 points

L'objectif de cet exercice est de s'intéresser aux actions humaines entreprises pour la sauvegarde d'une espèce : le crapaud sonneur à ventre jaune.

Document 1 – le crapaud sonneur à ventre jaune, une espèce en danger



Photo de l'aspect général du sonneur jaune



Photo de la face ventrale

Le crapaud sonneur à ventre jaune, *Bombina variegata*, est une espèce qui fait partie des espèces vulnérables et menacées. Elle fait l'objet d'une protection en France.

Ce crapaud de 3,5 à 5,5 cm de long tient son nom de sa face ventrale jaune tachetée de noir, qui contraste avec sa face dorsale marron-grisâtre.

Les mares et les flaques d'eau en forêt constituent l'habitat naturel de cette espèce. Ces lieux sont menacés par l'industrialisation mais aussi par l'agriculture.

La maturité sexuelle du crapaud sonneur à ventre jaune est atteinte au bout de 3 ou 4 ans. Ce crapaud utilise plusieurs mares pour se reproduire accrochant quelques œufs de façon regroupée ou isolée aux plantes aquatiques. Après éclosion des œufs, les têtards se métamorphosent en 34 à 130 jours.

Source : d'après Wikipédia

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.)

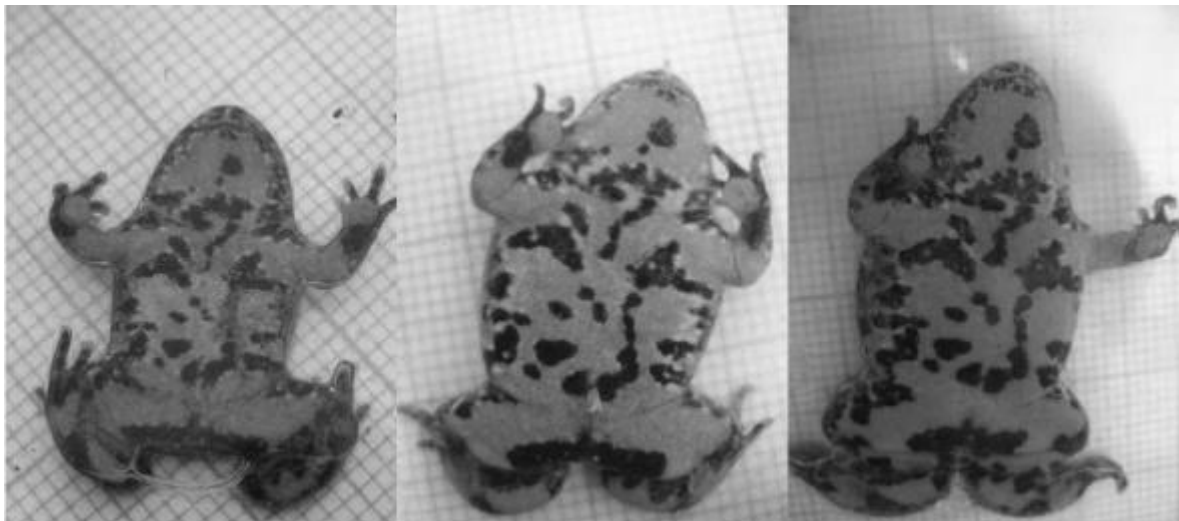
Né(e) le :

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Des biologistes veulent estimer l'abondance d'une population isolée de sonneurs à ventre jaune dans la forêt domaniale de Darney en Lorraine. Pour cela, ils utilisent la méthode CMR (capture, marquage, recapture) qui permet d'estimer l'abondance d'une population. Ils ont ainsi capturé, marqué puis relâché 548 sonneurs à ventre jaune. Une deuxième capture de sonneurs à ventre jaune a été effectuée quelques mois plus tard : 554 ont été capturés dont 133 qui avaient été marqués lors de la première capture.

Document 2 – le crapaud sonneur à ventre jaune, une espèce suivie



Photos de motifs ventraux du même individu à des stades différents

De gauche à droite : juvénile, subadulte, adulte (apte à se reproduire)

Le marquage peut être un marquage de groupe (un point de couleur par exemple pour chaque individu capturé lors d'une session donnée), mais on utilise de préférence le marquage individuel, car il permet d'obtenir beaucoup plus d'informations. Chez le crapaud sonneur, on identifie facilement les individus grâce à leur motif ventral unique. Ce motif de coloration est en effet propre à chaque individu et stable dans le temps (hormis pour les stades les plus jeunes).

Source : d'après Synthèse de la méthode de suivi de population par C.M.R. appliquée au Sonneur à ventre jaune, ONF-MEDDE, 2016

1- Présenter les principes de la méthode CMR (capture, marquage, recapture).



La méthode CMR présente un certain nombre de limites, liées d'une part à son principe même, et d'autre part à des questions statistiques concernant la représentativité des échantillons.

- 2- Expliquer comment les naissances/décès d'une part et les migrations d'individus entre la capture et la recapture peuvent fausser l'estimation de l'effectif de la population.
- 3- Donner la fréquence f de la population marquée rapportée à l'échantillon des $n = 554$ individus recapturés. En déduire une première estimation de l'abondance de la population de sonneurs à ventre jaune dans la zone d'étude.
- 4- Pour tenir compte de la fluctuation d'échantillonnage, on considère, avec un indice de confiance de 95 %, que la proportion de la population marquée rapportée à la population totale de sonneurs à ventre jaune se situe dans l'intervalle : $\left[f - \frac{1}{\sqrt{n}} ; f + \frac{1}{\sqrt{n}} \right]$

Déterminer dans ces conditions un encadrement de l'abondance de la population de sonneurs à ventre jaune.

- 5- À partir de vos connaissances et des documents, formuler des hypothèses sur les causes possibles de la baisse d'abondance de ce crapaud en argumentant.

Document 3 – le crapaud sonneur à ventre jaune, mesures relatives à sa conservation

Afin de travailler à la conservation du sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) dont le statut est critique en Normandie, l'union régionale des centres permanents d'initiatives pour l'environnement de Normandie propose la mise en place d'un élevage conservatoire de cinq années (2018-2023) permettant, d'une part, de protéger un groupe d'individus d'éventuelles menaces pouvant affecter le site de prélèvement et, d'autre part, d'optimiser la reproduction des géniteurs afin de tenter la réintroduction dans deux sites restaurés dans le département de l'Eure.

L'élevage conservatoire s'articule en 3 étapes :

- 1- Prélèvement d'un groupe de 20 adultes du site de l'Eure ; élevage et reproduction en conditions contrôlées. Le nombre de spécimens prélevés permet de garantir la diversité génétique de la population d'origine.
- 2- Libération de 10 % des individus issus de la reproduction de ce groupe dans la population d'origine.

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

3- Réintroduction de l'espèce (au minimum 2000 adultes et 2500 juvéniles) sur deux sites favorables identifiés afin de tenter de restaurer une population stable.

Source : d'après www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/ur-cpie-sonneur-a-ventre-jaune-27-derogation-a2589.html

L'État, à travers le ministère de la transition écologique, cherche à élaborer un plan national d'action pour la protection du crapaud sonneur à ventre jaune.

6- Proposer différentes mesures permettant d'éviter l'extinction de cette espèce, en se basant sur les documents 1 à 3, ainsi que sur vos connaissances. Argumenter les réponses.