





## Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Une histoire du vivant »

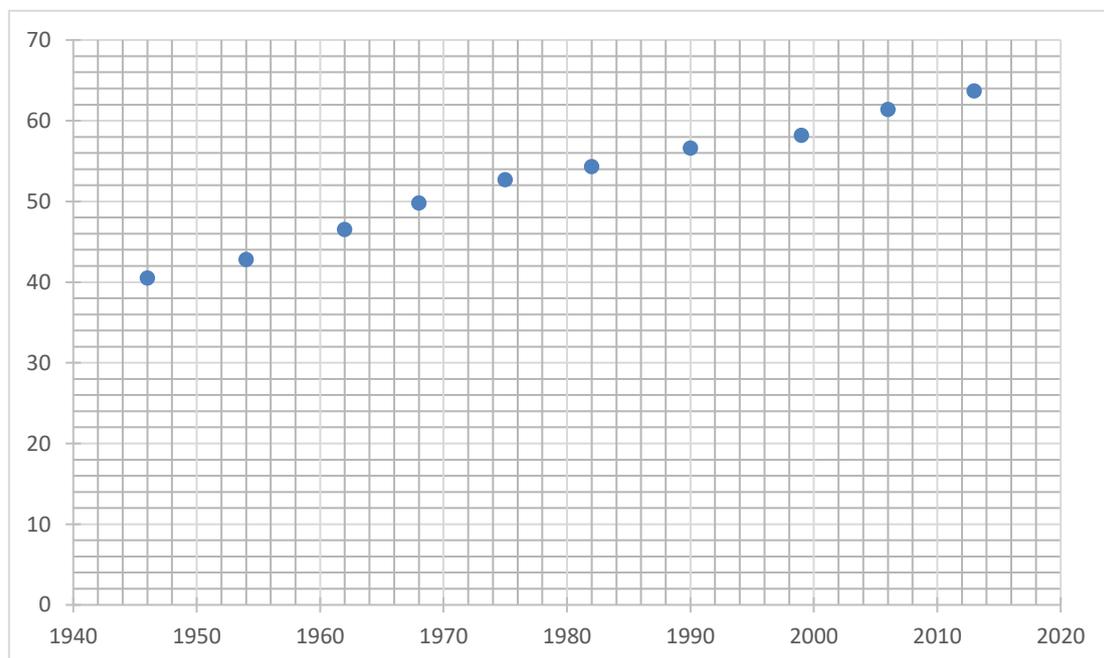
### Modèles démographiques

Sur 10 points

Prédire l'évolution de l'effectif d'une population humaine et des ressources qui lui sont nécessaires est un enjeu majeur du développement durable. Pour prédire ces évolutions, les scientifiques utilisent des modèles mathématiques, deux d'entre eux seront étudiés ci-après.

#### Partie 1 – Démographie française de 1946 à 2024

##### Document 1 – Évolution de la population (en millions d'habitants) en France métropolitaine de 1946 à 2013



Source : d'après le site [ined.fr](http://ined.fr)

- 1- Estimer les variations absolues par unité de temps de la population entre 1954 et 1962, puis entre 1968 et 1975 et enfin entre 1999 et 2006.
- 2- Justifier que l'on peut utiliser un modèle linéaire pour l'évolution de la population en France métropolitaine entre 1946 et 2013.

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 :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Pour la suite de l'exercice, l'évolution de la population française sera modélisée par une droite d'équation :

$$P = 0,341 \times t - 623$$

avec  $P$  : population en millions d'habitants et  $t$  : date.

- 3- À l'aide de ce modèle, calculer la valeur de l'effectif de la population française en 2024.
- 4- Sachant que la population recensée en 2024 est de 66,1 millions d'habitants, discuter la validité du modèle mathématique choisi.

## Partie 2 – Modèle de Malthus (1766-1834)

- 5- Indiquer ce que prévoit le modèle de Malthus lorsque le taux de mortalité devient supérieur au taux de natalité.

### Document 2 – Taux de natalité, mortalité, solde naturel en France

Année	Taux de natalité	Taux de mortalité	Solde naturel
1946	20,9	13,5	+ 7,4
1950	20,6	12,8	+ 7,8
1960	17,9	11,4	+ 6,5
1970	16,7	10,7	+ 6,0
1980	14,9	10,2	+ 4,7
1990	13,4	9,3	+ 4,1
2000	13,1	9,0	+ 4,1
2010	12,8	8,6	+ 4,2
2020	10,7	10,0	+ 0,7

Source : d'après le site *Ined.fr*

- 6- En utilisant les données des documents 1 et 2, indiquer si l'évolution de l'effectif de la population française peut être expliquée à l'aide du modèle de Malthus.
- 7- Écrire la relation donnant le « solde naturel », à partir de l'analyse du document 2.



- 8- À l'aide du document 2, déterminer la valeur vers laquelle tend le « solde naturel » en France.
- 9- En faisant l'hypothèse que le solde naturel vaut 0, estimer l'évolution du nombre d'habitants en France dans les années à venir.

### Partie 3 – Projection de l'évolution de la population mondiale

#### Document 3 – Perspectives de la population mondiale

La planète compte 8,2 milliards d'habitants en 2024 et devrait en compter 9,7 en 2050, puis culminer à 10,3 milliards au milieu des années 2080, et commencer ensuite à diminuer pour atteindre 10,2 milliards en 2100.

*Source : World Population Prospects. The 2024 Revision*

- 10- Proposer une hypothèse pouvant expliquer la stabilisation de la population mondiale au voisinage de 10 milliards d'habitants en 2100.

#### Document 4 – Taux de natalité et mortalité dans le monde

Année	Taux de natalité	Taux de mortalité
1950	36,8	19,5
1970	33,6	13,1
1990	26,8	9,3
2010	20,3	7,8
2030*	15,9	7,9
2050*	14,0	9,4
2070*	12,4	10,7
2090	11,2	11,5

Le signe “\*” indique que ces valeurs sont des projections.

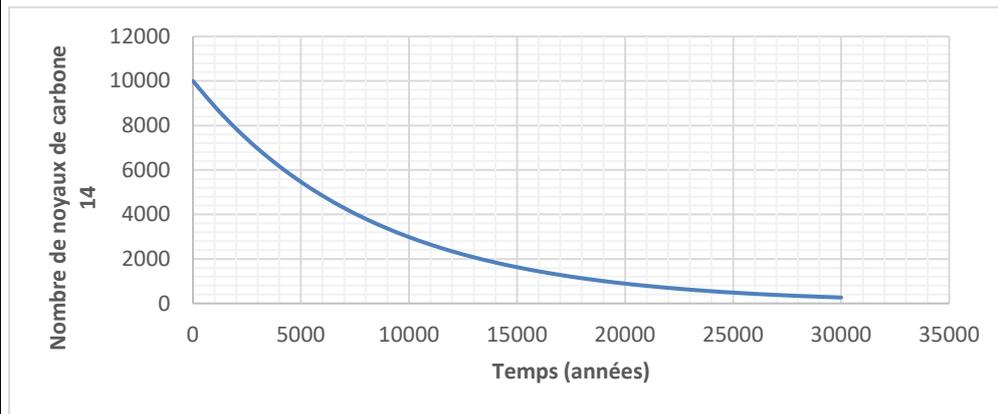
*Source : d'après le site Ined.fr, source ONU 2022*

- 11- À l'aide du document 4, expliquer si l'hypothèse posée en question 9 est confirmée ou infirmée.





### Document 2 – Courbe de décroissance radioactive du carbone 14



Source personnelle

- 1- À partir des documents 1 et 2, expliquer la démarche qui permet de déterminer graphiquement les demi-vies du  $^{11}\text{C}$  et du  $^{14}\text{C}$  et donner leurs valeurs.
- 2- Un nombre initial de 10 000 noyaux de  $^{14}\text{C}$  est présent dans un échantillon de glucose marqué au  $^{14}\text{C}$ . Calculer, en expliquant le raisonnement, le nombre de noyaux de  $^{14}\text{C}$  restants au bout de quatre demi-vies.
- 3- À partir du document 2, déterminer la durée nécessaire pour obtenir un nombre de noyaux de  $^{14}\text{C}$  égal à 40 % du nombre initial. Expliquer la démarche retenue.





Afin de comprendre le rôle des transporteurs GLUT présents dans la membrane des Levures, des expériences sont réalisées en présence de  $^{14}\text{C}$ -glucose. Les résultats sont présentés dans le document 4.

**Document 4 – Absorption du glucose marqué au carbone 14 par des cellules**

Des cellules dont les membranes contiennent des transporteurs GLUT fonctionnels sont cultivées dans un milieu contenant du glucose marqué radioactivement au  $^{14}\text{C}$ . La quantité de glucose marqué au  $^{14}\text{C}$  absorbée par la cellule est ensuite déterminée. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Temps (minutes)	0	1	2	6	10
Quantité de glucose marqué au $^{14}\text{C}$ absorbée par la cellule (en unités arbitraires)	0	1,8	2,2	2,5	2,7

Dans le cas d'une inactivation des transporteurs GLUT, l'absorption de glucose marqué au  $^{14}\text{C}$  est très fortement inhibée.

Des résultats similaires sont observés chez la Levure.

*Source : d'après Lundgaard, I., Li, B., Xie, L. et al. Direct neuronal glucose uptake heralds activity-dependent increases in cerebral metabolism. Nat Commun 6, 6807 (2015).*

- 4- Montrer, à partir des documents 3 et 4, que la Levure est en interaction avec son milieu grâce à des structures spécifiques qui seront nommées.





## Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

### La photosynthèse artificielle

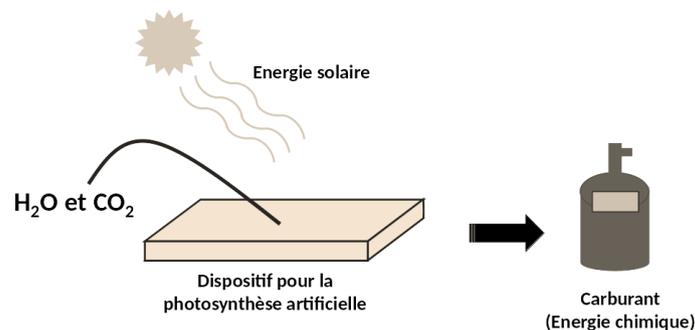
Sur 10 points

La photosynthèse est une réaction biochimique qui se produit chez les végétaux et certains micro-organismes. Depuis la fin des années 1980, des laboratoires cherchent à mettre au point des technologies de photosynthèse dite « artificielle » qui s'inspirent du processus naturel dans le but de produire de la matière organique pouvant constituer une ressource d'énergie verte pour produire de l'électricité.

**L'objectif de ce sujet est d'expliquer l'intérêt de la photosynthèse artificielle et d'étudier la possibilité d'utiliser des dispositifs de photosynthèse artificielle pour alimenter un foyer en électricité.**

#### Partie 1 – La conversion de l'énergie solaire en énergie chimique par les photosynthèses

Les dispositifs de photosynthèse artificielle sont conçus avec des matériaux spéciaux qui sont capables de capter et convertir l'énergie solaire en énergie chimique stockée dans les carburants formés (produits carbonés et/ou dihydrogène).



Principe de la photosynthèse artificielle

*Produit par l'auteur*

Cette énergie chimique pourra ensuite être convertie en électricité. La photosynthèse artificielle s'appuie sur le principe de la photosynthèse naturelle qui nécessite de l'énergie lumineuse.





## Partie 2 – Efficacité énergétique de la photosynthèse artificielle

L'efficacité énergétique (rapport entre l'énergie chimique reçue et l'énergie solaire utilisée) de la photosynthèse naturelle ne dépasse pas les 1 % chez les végétaux. À l'heure actuelle, l'efficacité énergétique de la photosynthèse artificielle est également faible.

- 2- La puissance surfacique solaire moyenne reçue au sol est de  $350 \text{ W.m}^{-2}$ . La surface d'un dispositif de photosynthèse artificielle est de  $10 \text{ cm}^2$ .

Montrer que la puissance solaire reçue par le dispositif est égale à  $0,35 \text{ W}$ .

- 3- Calculer l'énergie solaire reçue par le dispositif pour une durée d'ensoleillement de 6 h par jour.

L'énergie reçue et stockée chimiquement par le dispositif pour une durée d'ensoleillement de 6 h par jour est égale à  $1,8 \times 10^2 \text{ J}$ .

- 4- Calculer l'efficacité énergétique du dispositif. Comparer cette valeur avec celle de la photosynthèse naturelle.

Pour la question suivante, on admettra que toute l'énergie stockée chimiquement par le dispositif peut être convertie en électricité pouvant alimenter un foyer et que la durée quotidienne d'ensoleillement est de 6 h. La consommation quotidienne d'électricité par personne par foyer en France est de 6 kWh.

- 5- Déterminer le nombre nécessaire de dispositifs pour fournir quotidiennement en électricité un foyer composé de 5 personnes.

Indication : le Watt-heure (Wh) est une unité physique qui correspond à l'énergie consommée ou délivrée par un système d'une puissance de 1 Watt pendant une durée d'une heure.

- 6- Calculer la surface totale occupée par l'ensemble des dispositifs.

Conclure sur la possibilité d'utilisation des dispositifs de photosynthèse artificielle pour alimenter quotidiennement un foyer en électricité.

