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.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.1

ÉVALUATION

CLASSE : Première

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

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique
<u>sans</u> enseignement de mathématiques spécifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

Niveaux visés (LV) : ø

Axes de programme : ø

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 : 13

Le candidat <u>traite seulement deux exercices, de son choix</u>, parmi les trois qui sont proposés dans ce sujet.

Il indique son choix en début de copie.

Exercice 1 – *Niveau première*

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

La photosynthèse artificielle

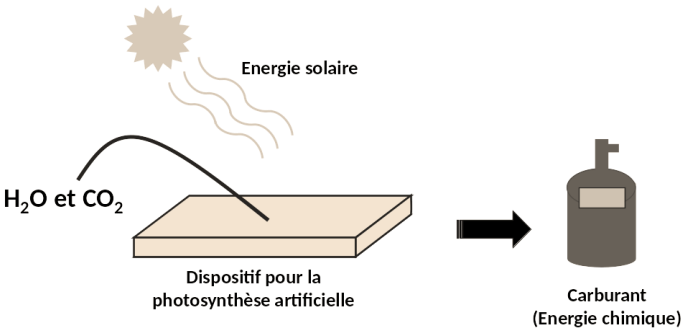
Sur 10 points

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.

Document 1 – Expérience réalisée sur une feuille de *Pelargonium*

Une expérience est réalisée en laboratoire avec une feuille de *Pelargonium*, recouverte partiellement d'un cache, éclairée pendant 12 heures. Le dispositif expérimental est présenté dans la figure A ci-dessous. Le cache est ensuite enlevé et la feuille est décolorée dans de l'éthanol bouillant sous hotte en présence d'un dispositif réfrigérant. La feuille est ensuite colorée à l'aide de l'eau iodée. L'eau iodée adopte une coloration noir-violet en présence d'amidon (glucide). Elle reste jaune en l'absence d'amidon. Les résultats obtenus sur la feuille sont présentés sur la photographie de la figure B.

Figure A : dispositif expérimental présentant le cache posé sur la feuille de *Pélargonium*.

Figure B : résultats obtenus suite à la coloration à l'eau iodée.

Source : d'après https://planet-vie.ens.fr/thematiques/manipulations-en-svt/experiences-sur-la-photosynthese

1- Expliquer en quoi les photosynthèses naturelle et artificielle sont considérées comme des modes de conversion d'une énergie solaire en une énergie chimique à partir des données tirées du document 1 et de vos connaissances.

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 $W.m^{-2}$. La surface d'un dispositif de photosynthèse artificielle est de 10 cm^2.

Montrer que la puissance solaire reçue par le dispositif est égale à 0,35 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 $1,8 \times 10^2$ 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.

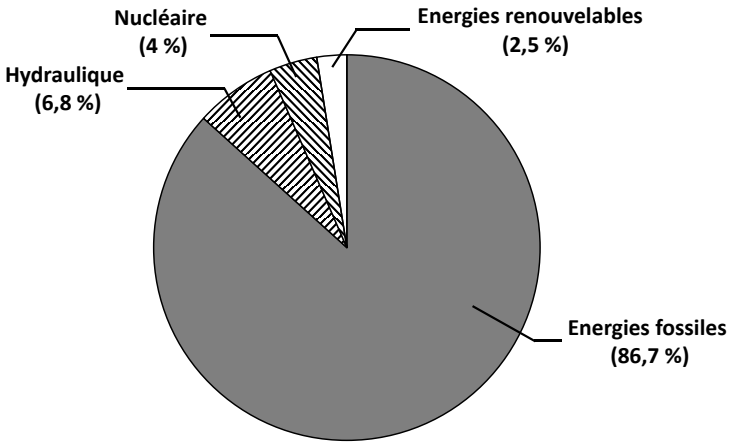
Partie 3 – L'intérêt de la photosynthèse artificielle

Document 2 – Les besoins d'énergie dans le futur

La population mondiale estimée à 7,7 milliards d'habitants en 2019 ne cessera de croître pour atteindre 9,8 milliards d'habitants en 2050. En poursuivant le rythme actuel de consommation d'énergie, celle-ci passerait d'environ 17 térawatts en 2019 à 30 térawatts en 2050. (Note : 1 térawatt = 10^{12} watts)

Source : d'après M. Fontecave ; « Photosynthèse : du CO_2 aux carburants solaires » ; Colloque Chimie et lumière, 26 février 2020, Fondation de la Maison de la Chimie.

Document 3 – Proportion de l'utilisation des différentes sources d'énergie sur la planète



Source : d'après M.Fontecave ; « Photosynthèse : du CO2 aux carburants solaires » ; Colloque Chimie et lumière, 26 février 2020, Fondation de la Maison de la Chimie.

7- À l'aide des documents 2 et 3 ainsi que des connaissances, discuter de l'intérêt de la photosynthèse artificielle en lien avec les défis auxquels l'humanité est confrontée.

Exercice 2 – *Niveau première*

Thème « Une longue histoire de la matière »

Mise en évidence des échanges cellulaires par marquage radioactif

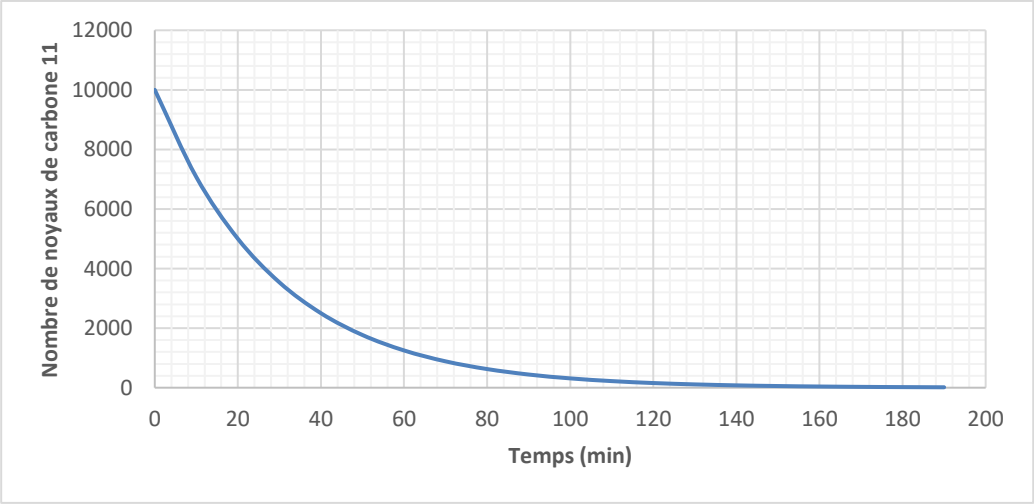
Sur 10 points

Les molécules organiques sont constituées de différents atomes, dont l'atome de carbone. Dans les techniques de marquages radioactifs, les scientifiques peuvent synthétiser, en laboratoire, des molécules contenant des atomes radioactifs. Grâce à ce procédé, on peut détecter la présence et les mouvements de ces molécules radioactives au sein de la cellule ainsi qu'entre la cellule et son environnement.

L'objectif est de comprendre l'utilisation d'un marquage radioactif pour déterminer l'action d'une substance, la cytochalasine, sur les échanges entre la Levure (Champignon unicellulaire) et son environnement.

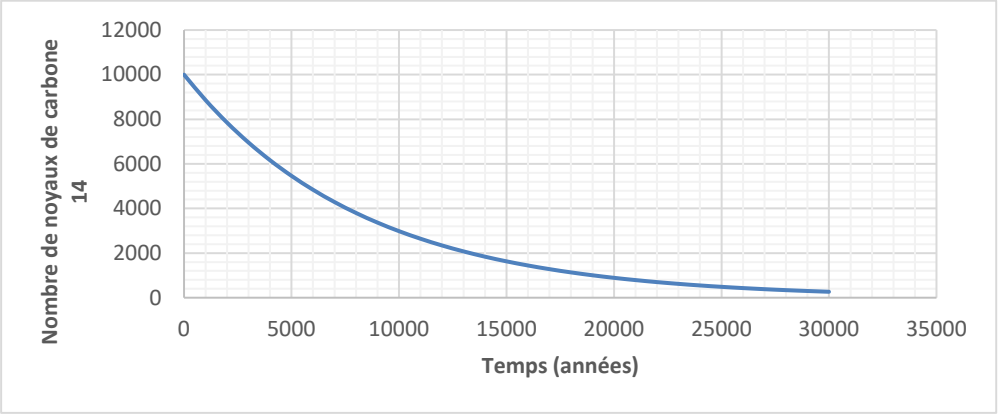
Partie 1 – Marquage radioactif du glucose

Document 1 – Courbe de décroissance radioactive du carbone 11



Source personnelle

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}C et du ^{14}C et donner leurs valeurs.

2- Un nombre initial de 10 000 noyaux de ^{14}C est présent dans un échantillon de glucose marqué au ^{14}C. Calculer, en expliquant le raisonnement, le nombre de noyaux de ^{14}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}C égal à 40 % du nombre initial. Expliquer la démarche retenue.

Partie 2 – Utilisation du glucose radioactif et compréhension du mode d'action de la cytochalasine B

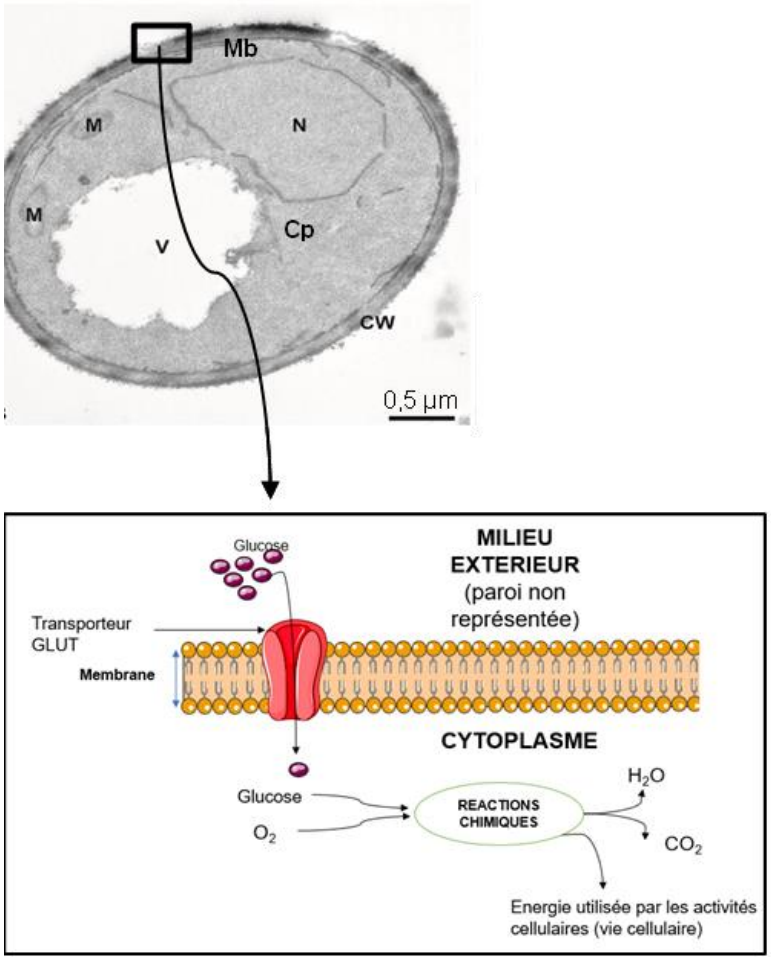
Afin de comprendre le mode d'action de la cytochalasine B sur la Levure *Saccharomyces cerevisiae*, qui est un organisme unicellulaire, des molécules de glucose sont marquées au carbone 14 (document 3).

Document 3 – Observation de *Saccharomyces cerevisiae* et schéma d'interprétation de la membrane plasmique

La photographie de *Saccharomyces cerevisiae* ci-dessous présente les différentes structures qui la composent avec un schéma interprétatif d'une portion de la membrane plasmique.

Légendes :

CW = Paroi ; Mb = Membrane plasmique ; N = Noyau ; V = vacuole ; M = Mitochondries ; Cp = Cytoplasme.



Source : photographie modifiée d'après Frankl, Andri et al. "Electron microscopy for ultrastructural analysis and protein localization in Saccharomyces cerevisiae." Microbial Cell 2 (2015). Schéma d'après https://smart.servier.com/

Afin de comprendre le rôle des transporteurs GLUT présents dans la membrane des Levures, des expériences sont réalisées en présence de ^{14}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}C. La quantité de glucose marqué au ^{14}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}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}C est très fortement inhibée.

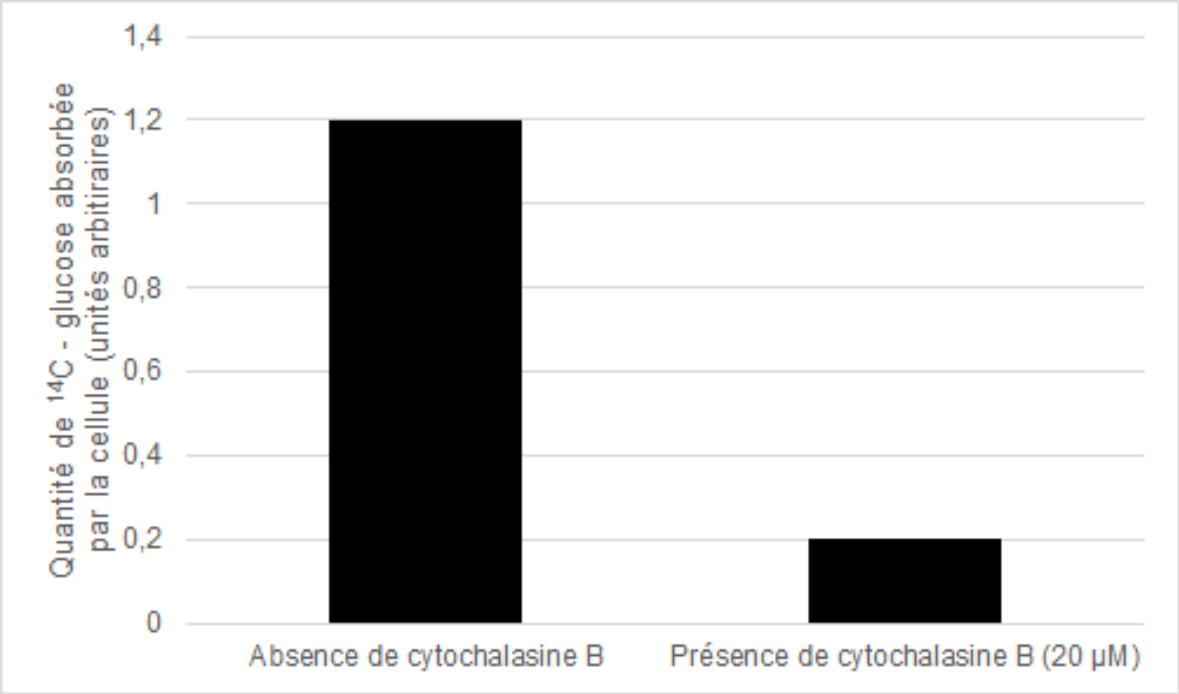
Des résultats similaires sont observés chez la Levure.

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.

Document 5 – Absorption par des cellules de glucose marqué au ^{14}C, en présence de cytochalasine B

Des cellules sont cultivées dans un milieu en présence de glucose marqué au ^{14}C et soit, en présence de cytochalasine B, soit en son absence. La quantité de glucose marqué au ^{14}C absorbée par la cellule, en un temps donné, est déterminée. Les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous. Des résultats similaires sont obtenus sur des Levures.



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).

5- À partir des informations tirées du document 5 et des connaissances, indiquer les effets de la cytochalasine B sur les Levures et justifier son utilisation commerciale comme antifongique (substance permettant de tuer les Champignons).

Exercice 3 – *Niveau première*

Thème « La Terre, un astre singulier »

« Vers l'horizon et au-delà ! »

Sur 10 points

Un adulte et un enfant regardent la mer depuis la plage. L'enfant s'interroge :
« Comment sait-on que la Terre est ronde, alors que l'horizon semble plat ? »

Document 1a – Observations dans l'Antiquité

« Quand un navire quitte la terre, sa coque est cachée en premier tandis que son mat est encore visible. »

Source : Cléomède,« Théorie des mouvements circulaires des corps célestes », Ier siècle av. J.-C.

Document 1b – Photographies d'un navire quittant la côte

Navire loin de la côte — Navire proche de la côte

1- Expliquer en quoi les observations décrites dans les documents 1a et 1b permettent de justifier que la Terre n'est pas plate. On pourra s'aider d'un ou de plusieurs schémas.

2- Donner, à l'aide de vos connaissances, une autre observation faite dans l'Antiquité confirmant l'idée d'une Terre ronde.

Après quelques explications, l'adulte montre à l'enfant le bateau qu'il voit à l'horizon, mais l'enfant ne le voit pas ! On cherche maintenant à expliquer pourquoi.

Document 2 – Détermination de la distance d à l'horizon pour l'adulte

Rayon de la Terre :
$R = 6\,371\ km = 6{,}371 \times 10^6\ m$

Hauteur des yeux de l'adulte par rapport au niveau de la mer :
$h = 1{,}75\ m$

Distance à l'horizon où se situe le bateau : d

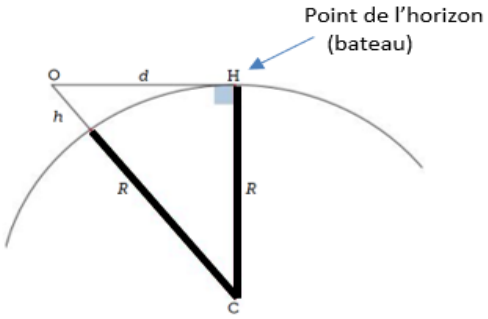
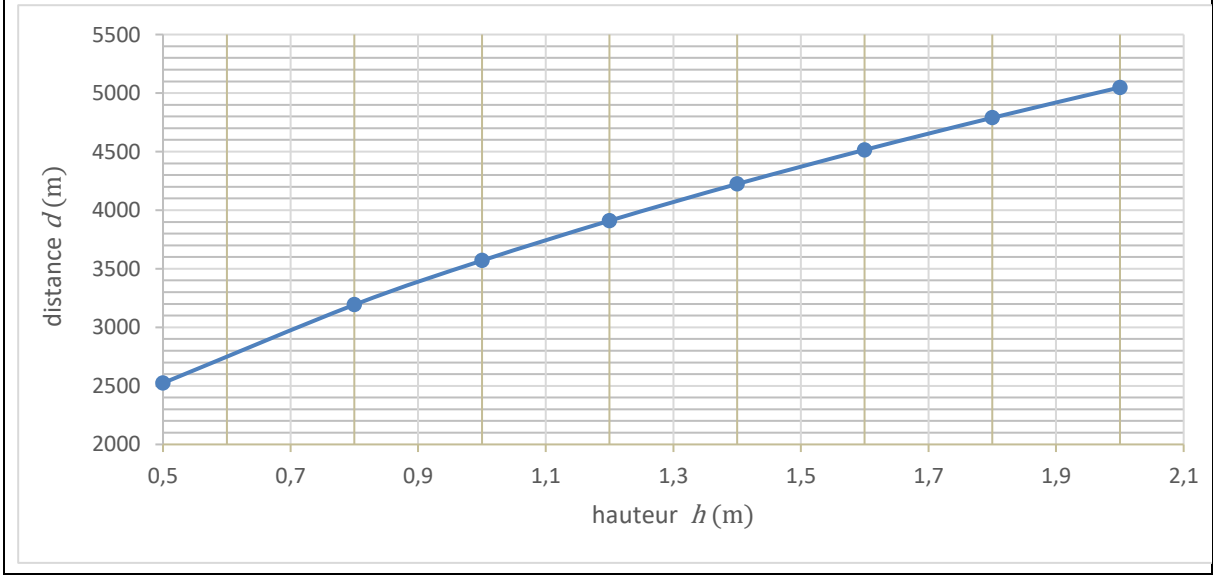


Figure 1 – Schéma explicatif

Document 3 – Distance d à l'horizon en fonction de la hauteur h des yeux d'un observateur au niveau de la mer



3- En utilisant le document 2 et le théorème de Pythagore, exprimer la distance d en fonction de R et de h.

Pour la suite de l'exercice, on admettra que, comme R est très grand devant h, on peut simplifier l'expression précédente :

$$d \approx \sqrt{2 \times R \times h}.$$

4- Calculer d et préciser si la valeur obtenue est compatible avec le document 3.

5- Justifier pourquoi l'enfant ne peut pas voir le bateau. (On estimera la hauteur h de ses yeux à $1{,}10\ \mathrm{m}$).