

BREVET DES COLLÈGES

SÉRIE GÉNÉRALE

SCIENCES

SVT PHYSIQUE-CHIMIE

- CORRIGÉ -

Publié le 28 novembre 2023



Métropole - Session 27 juin 2023

Consignes de l'épreuve

- Durée de l'épreuve : **1 heure**
- Le candidat doit traiter les 2 disciplines sur la même copie
- Les essais et les démarches engagés, même non aboutis, seront pris en compte.
- L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue », est autorisé.
- L'utilisation du dictionnaire est interdite.

Contenus des exercices

Cliquer sur le numéro de la page pour accéder à l'exercice

	barème	mots clefs	Page
Exercice 1	25 points	PHYSIQUE-CHIMIE Influence de la température sur le niveau de la mer, réchauffement climatique, atomes, classification périodique des éléments, distance et vitesse	3
Exercice 2	25 points	SCIENCES ET VIE DE LA TERRE fécondation de l'algue rouge, analyse de documents, rôle des abeilles dans la fécondation des fleurs	7

PHYSIQUE-CHIMIE

Durée 30 minutes - 25 points

Globalement, le niveau marin moyen* a augmenté d'environ 15 cm entre 1900 et 2000, puis cette hausse s'est accélérée. La dilatation thermique** de l'eau de mer, conséquence du réchauffement de l'océan, explique environ la moitié de la hausse, l'autre moitié étant due à la fonte des glaciers continentaux.

Sous l'effet de l'augmentation globale du niveau marin, de plus en plus de zones côtières sont exposées aux inondations. En l'absence d'efforts d'adaptation, la fréquence de ces inondations augmentera, ce qui pourrait générer des infiltrations d'eau de mer dans les eaux souterraines, détériorant ainsi la qualité de l'eau et entraînant potentiellement des problèmes de santé et une destruction des récoltes.

D'après Océan et Cryosphère - OCE

* Niveau marin moyen : hauteur moyenne de la surface de la mer, par rapport à un niveau de référence.

** Dilatation thermique : augmentation du volume sous l'effet d'une augmentation de la température.

Question 1 (2 points)

Citer deux conséquences de l'augmentation du niveau marin moyen.

Le texte indique plusieurs conséquences de l'augmentation du niveau marin moyen :

- de plus en plus de zones côtières sont exposées aux inondations
- infiltration de l'eau de mer dans les eaux souterraines
- détérioration de la qualité de l'eau
- destruction des récoltes

L'eau de mer contient, au moins en petites quantités, de nombreux éléments chimiques. Parmi ceux-ci, le sodium est présent sous forme d'ion dans le chlorure de sodium. On donne ci-dessous un extrait de la classification périodique des éléments chimiques qui les regroupe par ordre croissant de numéro atomique (nombre de protons dans le noyau de l'élément considéré).

Extrait de la classification périodique des éléments

Hydrogène ${}^1_1\text{H}$		<p style="text-align: center;"> Nombre de nucléons \rightarrow A Numéro atomique \rightarrow Z </p> <p style="text-align: center;"> $\left. \begin{array}{c} \text{X} \\ \text{X} \end{array} \right\} \text{Symbole de l'élément}$ </p>						Hélium ${}^4_2\text{He}$	
Lithium ${}^7_3\text{Li}$	Béryllium ${}^9_4\text{Be}$	Bore ${}^{11}_5\text{B}$	Carbone ${}^{12}_6\text{C}$	Azote ${}^{14}_7\text{N}$	Oxygène ${}^{16}_8\text{O}$	Fluor ${}^{19}_9\text{F}$	Néon ${}^{20}_{10}\text{Ne}$		
Sodium ${}^{23}_{11}\text{Na}$	Magnésium ${}^{24}_{12}\text{Mg}$	Aluminium ${}^{27}_{13}\text{Al}$	Silicium ${}^{28}_{14}\text{Si}$	Phosphore ${}^{31}_{15}\text{P}$	Soufre ${}^{32}_{16}\text{S}$	Chlore ${}^{35}_{17}\text{Cl}$	Argon ${}^{40}_{18}\text{Ar}$		

(Hoegh-Guldberg & Smith, 1989)

Question 2 : (7 points)

2a - Donner le symbole de l'élément sodium.

Le symbole de l'élément sodium est *Na*.

2b - Donner le nombre de protons contenus dans le noyau d'un atome de sodium.

Le numéro atomique correspond au nombre de protons contenus dans le noyau d'un atome. À partir du tableau de la classification périodique des éléments, on déduit que le noyau de l'atome de sodium contient 11 protons.

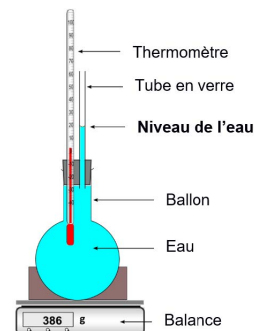
2c - Indiquer le nombre de neutrons contenus dans le noyau d'un atome de sodium. Expliquer la démarche.

Le nombre de nucléons correspond au nombre de neutrons et de protons d'un atome. Ce nombre est 23 pour l'atome de sodium. Or ce dernier contient 11 protons ; par conséquent il y a $23-11=12$ neutrons dans le noyau de l'atome de sodium.

Mise en évidence expérimentale de la dilatation thermique de l'eau

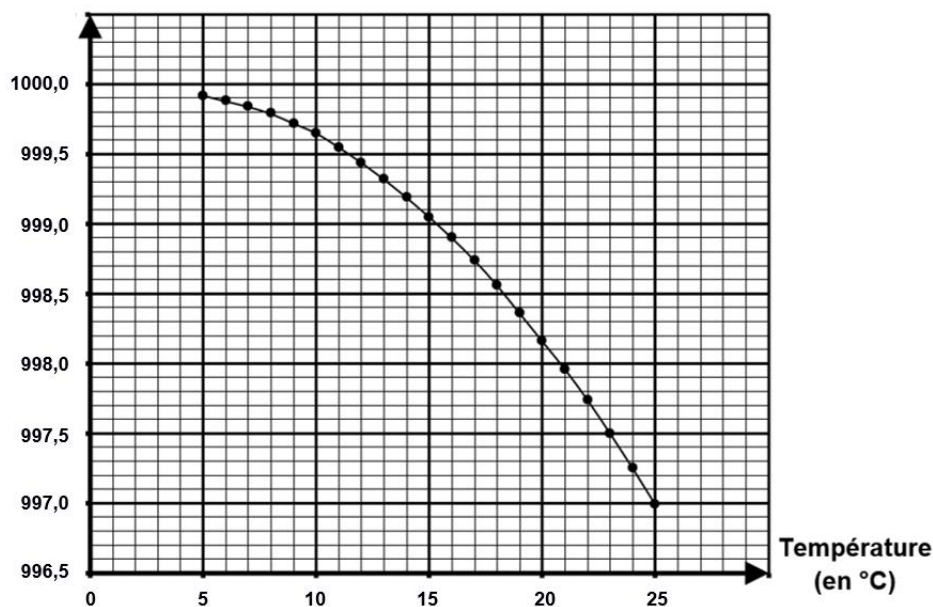
De l'eau, initialement placée dans un réfrigérateur à une température de 5°C, est mise dans un ballon surmonté d'un bouchon, d'un thermomètre et d'un tube en verre. Le niveau de l'eau dans le tube est indiqué sur le schéma ci-contre.

Le dispositif est placé sur une balance pendant plusieurs heures, dans une pièce à la température de 25°C. La masse de l'ensemble reste constante.



Graphique de l'évolution de la masse volumique de l'eau en fonction de la température

Masse volumique
(en kg/m^3)



D'après <https://webphysique.fr/masse-volumique-eau/>

Question 3 (8 points)

3a - Indiquer à l'aide du graphique, la valeur de la masse volumique de l'eau à la température initiale de 5°C.

Par lecture graphique, on trouve que la valeur de la masse volumique de l'eau à la température initiale de 5°C est de $999,9 \text{ kg/m}^3$.

3b - À partir du graphique, expliquer sans calcul pourquoi le niveau de l'eau dans le tube de l'expérience monte lorsque la température de l'eau augmente. Détailler précisément le raisonnement.

La mise en évidence expérimentale de la dilatation thermique de l'eau nous apprend deux choses : tandis que la température de l'eau augmente, (1) sa masse reste constante et (2) son volume augmente.

Nous savons que la masse volumique se calcule par la formule $\rho = \frac{m}{V}$.

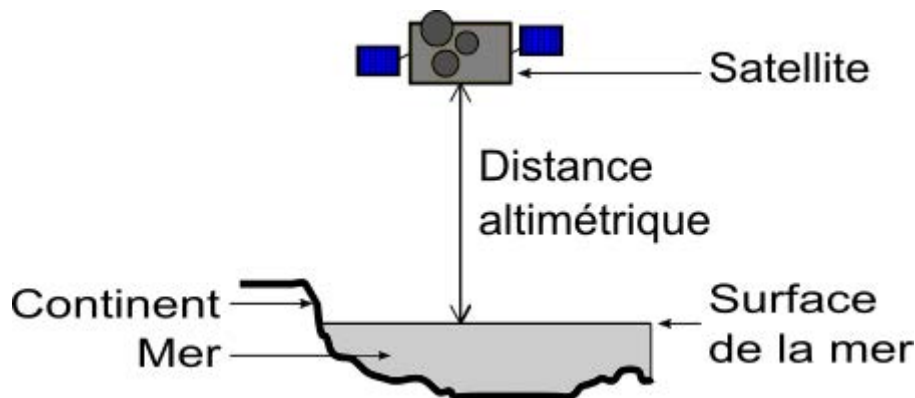
Selon le graphique, à 25°C la masse volumique de l'eau est de 997,0 kg/m³. donc ρ diminue lorsque la température augmente. Comme la masse de l'eau est constante, c'est nécessairement son volume qui augmente. Cela explique pourquoi le niveau de l'eau dans le tube de l'expérience monte lorsque la température de l'eau augmente.

Mission Sentinel-6A

Depuis 1992, des satellites permettent de déterminer avec précision le niveau marin; ils évoluent sur une orbite à une altitude de 1 336 km. Afin d'assurer la continuité de ces observations, capitales dans le contexte du réchauffement climatique, un nouveau satellite, Sentinel-6A, a été lancé fin 2020. Il embarque le radar altimètre *Poseidon-4*.

D'après CNES, Sentinel-6

Principe de l'altimétrie radar par satellite



Afin de déterminer le niveau marin, le satellite mesure la distance altimétrique, c'est-à-dire la distance entre le satellite et la surface de la mer. Un radar, embarqué sur le satellite, émet verticalement des ondes radio, sous forme de signaux de très courtes durées. Ces signaux, qui se propagent à la vitesse de 300 000 km/s, se réfléchissent sur la surface de la mer, reviennent jusqu'au satellite et sont détectés par l'antenne du radar. La durée mise par un signal radio pour faire l'aller-retour permet de déterminer la distance altimétrique.

D'après Planète Terre, ENS Lyon

Question 4 (8 points)

Déterminer la valeur de la distance altimétrique mesurée par le satellite Sentinel-6A lorsque le signal met 8,9 ms (soit 0,0089 s) pour effectuer l'aller-retour entre le satellite et la surface de la mer. Expliquer la démarche. Préciser la relation utilisée et commenter le résultat obtenu. Toute démarche, même partielle, sera prise en compte.

Calculons la distance aller-retour parcourue par le signal émit par le satellite Sentinel-6A.

Nous savons que $v = \frac{d}{t} \Leftrightarrow d = v \times t$ avec

v : vitesse du signal en km/s

d : distance parcourue par le signal en km

t : temps nécessaire en s pour que le signal effectue l'aller-retour

En utilisant les données de l'énoncé, nous obtenons :

$$d = 300000 \times 0,0089 = 2670 \text{ km.}$$

Il s'agit de la distance aller-retour parcourue par le signal; la distance pour atteindre la mer est donc $\frac{2670}{2} = 1335 \text{ km}$.

L'altitude du satellite étant de 1336 km, cela signifie que le niveau de la mer a monté d'un km. Or le volume de l'eau augmente lorsque la température de l'eau augmente. On met ainsi en évidence une conséquence du réchauffement climatique sur le niveau de la mer.

SCIENCES ET VIE DE LA TERRE

Durée 30 minutes – 25 points

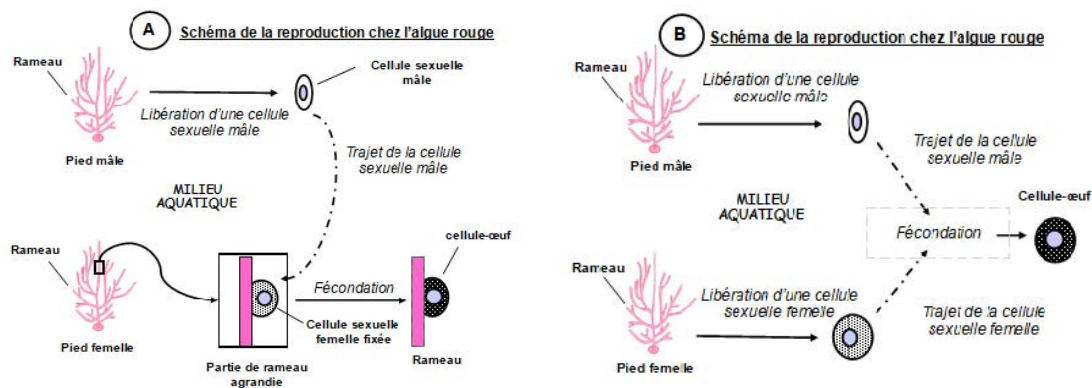
Des chercheurs viennent récemment de mettre en évidence le rôle d'un petit crustacé (l'idotée), dans la reproduction d'une algue rouge marine, la gracilaire. On appelle ce crustacé l'« abeille des mers ».

Document 1 : reproduction sexuée chez l'algue rouge

L'algue rouge forme de longs rameaux. Il existe des pieds mâles et des pieds femelles. Lors de la reproduction, le pied mâle libère dans l'eau des cellules sexuelles mâles incapables de se déplacer par elles-mêmes. Les ovules sont fixés sur les rameaux du pied femelle. La fécondation correspond à la fusion de deux cellules sexuelles, l'une mâle et l'autre femelle pour donner une cellule-oeuf formant un renflement sur le pied femelle.

Question 1 (3 points)

A partir des informations du document 1, indiquer, sur votre copie, quel schéma (A ou B) correspond à la rencontre des cellules sexuelles chez l'algue rouge.



Le schéma A correspond à la rencontre des cellules sexuelles chez l'algue rouge. En effet, d'après le document 1 « les ovules sont fixés sur les rameaux du pied femelle ». Or, dans le schéma 2, les deux cellules sexuelles sont mobiles.

Document 2 : rôle de l'idotée dans la reproduction de l'algue rouge

L'idotée se déplace d'une algue rouge à l'autre pour se nourrir. Les chercheurs, ayant observé au microscope l'idotée, ont découvert que de nombreuses cellules sexuelles mâles de l'algue rouge étaient collées sur son corps. Ils ont voulu comprendre le rôle de ce petit crustacé dans la reproduction de l'algue rouge.

Question 2 (7 points)

Parmi les 3 propositions ci-dessous, recopier sur votre copie, l'hypothèse choisie par les chercheurs. Justifier votre choix en prélevant deux informations des documents 1 et 2.

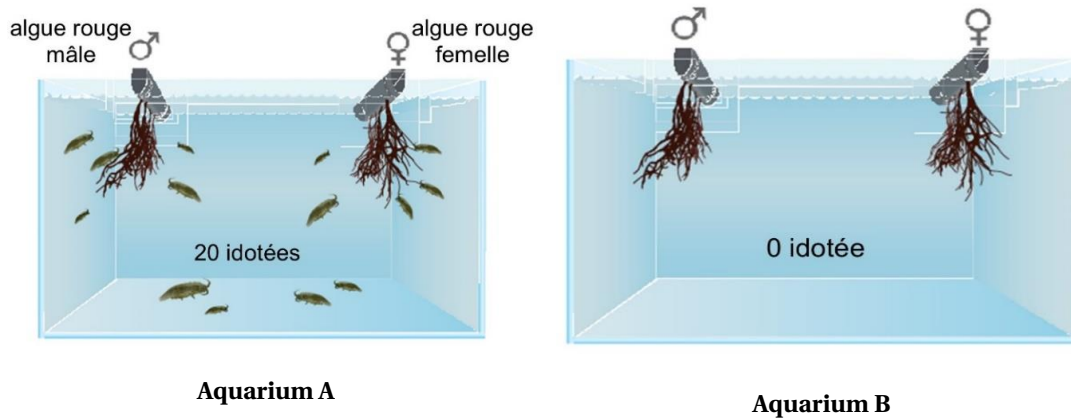
L'idotée joue un rôle dans la reproduction de l'algue rouge, en transportant :

- 1- les cellules sexuelles mâles vers les cellules sexuelles femelles.
- 2- les cellules sexuelles femelles vers les cellules sexuelles mâles.
- 3- les cellules sexuelles mâles et femelles les unes vers les autres.

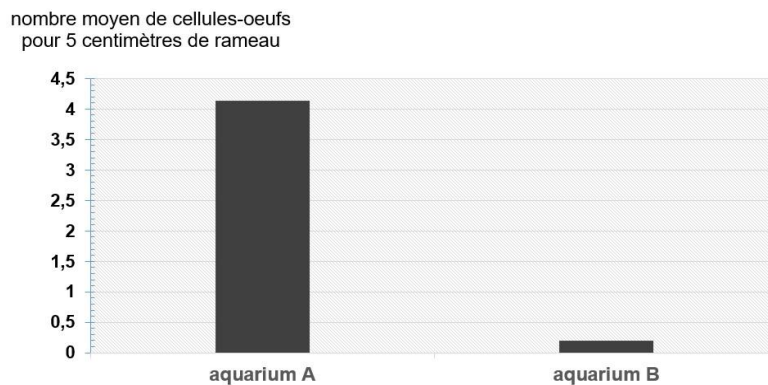
L'hypothèse 1 est correcte : l'idotée joue un rôle dans la reproduction de l'algue rouge, en transportant les cellules sexuelles mâles vers les cellules sexuelles femelles. En effet, il est dit dans le document 1 que les cellules mâles sont incapables de se déplacer par elles-mêmes. Pourtant elles migrent sur le rameau du pied femelle de l'algue rouge : il faut donc bien que ces cellules soient transportées par quelque chose, l'idotée en l'occurrence, puisque le document 2 explique que « de nombreuses cellules sexuelles mâles de l'algue rouge étaient collées sur son corps ».

En laboratoire, les chercheurs ont mis au point des expériences afin de comprendre quel rôle joue l'idotée dans le succès de la reproduction de l'algue rouge.

Document 3 : montage expérimental et résultats obtenus d'une expérience réalisée par les chercheurs du CNRS-Sorbonne université de Roscoff. (Source : Lavaut et al. /Science 2022)



Montage expérimental de l'expérience réalisée par les chercheurs



On précise que les rameaux des algues rouges mesurent de 20 à 50 cm de long.

Graphique des résultats obtenus (source : Lavaut et al. Sciences 2022)

Question 3 (9 points)

Parmi les 3 propositions ci-dessous, choisir la conclusion des chercheurs puis recopier celle-ci sur votre copie. Justifier votre réponse, à partir du document 3, en citant des valeurs chiffrées.

La fécondation de l'algue rouge :

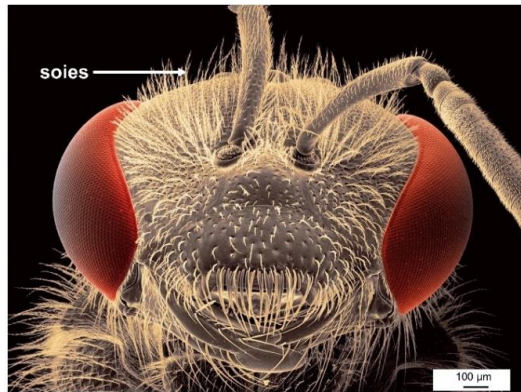
1. ne dépend pas de l'idotée.
2. est favorisée par la présence de l'idotée.
3. ne peut avoir lieu qu'en présence de l'idotée.

L'hypothèse 2 est correcte : la fécondation de l'algue rouge est favorisée par la présence de l'idotée. En effet, l'idotée n'est pas absolument indispensable pour la reproduction de l'algue rouge puisque l'aquarium B sans idotée présente quelques cellules-oeufs. Toutefois, l'aquarium A contenant de l'idotée, présente au moins 20 fois plus de cellules-oeufs que l'aquarium B; c'est donc que l'idotée favorise grandement la reproduction de l'algue rouge.

Document 4 : rôle des insectes pollinisateurs dans la fécondation chez les plantes à fleurs

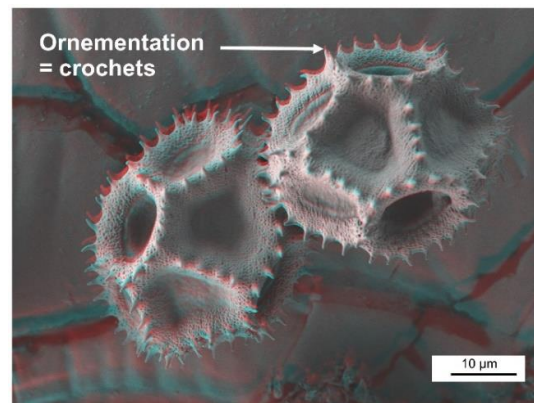
Les animaux participent activement ou passivement au transport du pollen (cellules sexuelles mâles) des fleurs vers les ovules d'autres fleurs. Le pollen est accroché sur les plumes des oiseaux, la fourrure

des mammifères ou encore sur les soies des insectes. L'abeille transporte différents pollens, notamment celui du pissenlit.



Photographie d'une tête d'abeille observée au microscope électronique à balayage (M.E.B)

© Stephan BORENSZTAJN/CNRS Photothèque



Photographie de pollen de pissenlit observé au microscope électronique à balayage (M.E.B)

© Didier COT/CNRS Photothèque

Question 4 : (6 points)

En vous appuyant sur l'ensemble des documents, expliquer pourquoi les chercheurs qualifient l'idotée d'« abeille des mers ».

Nous savons que les abeilles jouent un rôle clé dans la fécondation des fleurs en transportant malgré elles le pollen d'une fleur vers le pistil d'une fleur de même espèce. L'idotée, similairement, transporte des cellules sexuelles mâles immobiles vers les cellules sexuelles femelles de l'algue rouge, permettant ainsi à la fécondation d'avoir lieu. Le rôle de l'idotée est donc bien semblable à celui des abeilles, d'où la qualification d'« abeille des mers ». Si l'on avait connu le rôle de l'idotée avant celui des abeilles, sans doute aurait-on qualifié les abeilles d'« idiotées du ciel ».