

Seconde partie de l'épreuve

Le sujet comprend 3 documents A, B et C

Au refuge du Goûter (à l'altitude de 3 817 m), un alpiniste constate que l'eau bout rapidement mais que les pommes de terre à l'eau cuisent lentement ou cuisent mal.

Pour pouvoir interpréter cette observation, il récolte de la glace à l'extérieur qu'il chauffe dans une casserole. Il note la température de l'eau à intervalles de temps réguliers.

La température initiale de la glace est -12°C . Lorsque l'eau bout, le thermomètre indique une température de 85°C .

Question 1 (1 point)

En utilisant les documents, justifiez la valeur de la température d'ébullition de l'eau au refuge. Déterminez la valeur de la pression atmosphérique au moment de l'expérience.

Question 2 (4 points)

Représentez et interprétez l'allure de la courbe donnant l'évolution de la température de l'eau en fonction du temps au cours de l'expérience. Pour les différentes parties de la courbe, précisez le ou les état(s) physique(s) de l'eau et le rôle de l'énergie apportée à l'eau par le réchaud.

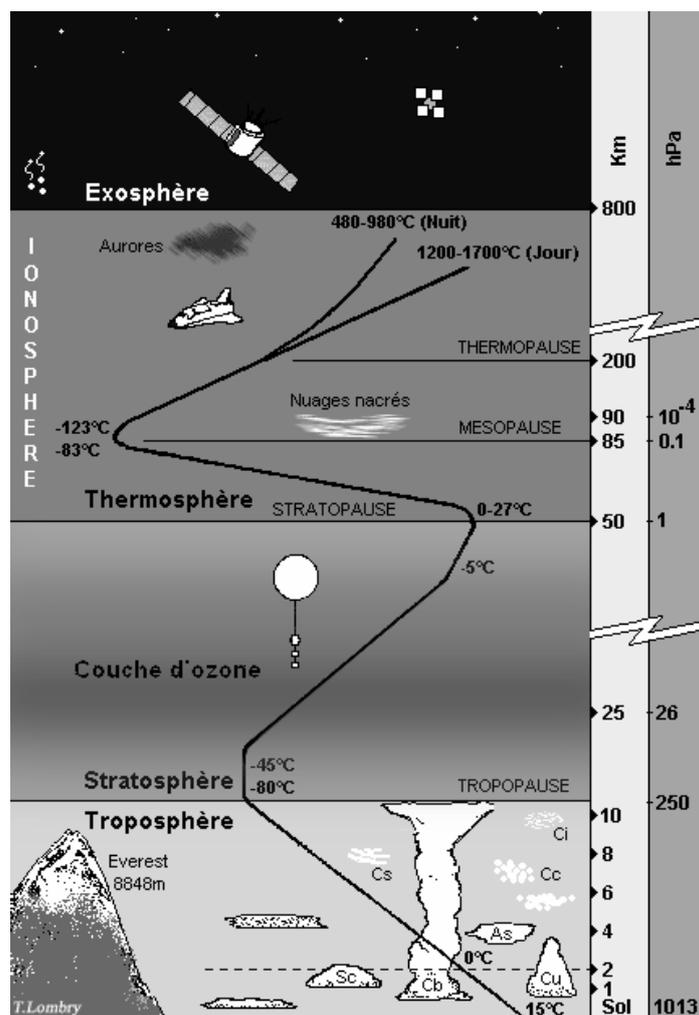
Question 3 (3 points)

Pour accélérer la cuisson, l'alpiniste décide de faire cuire les pommes de terre à l'eau dans un autocuiseur (cocotte-minute) plutôt que dans une casserole

3.1. Justifiez le choix de l'autocuiseur pour réduire le temps de cuisson.

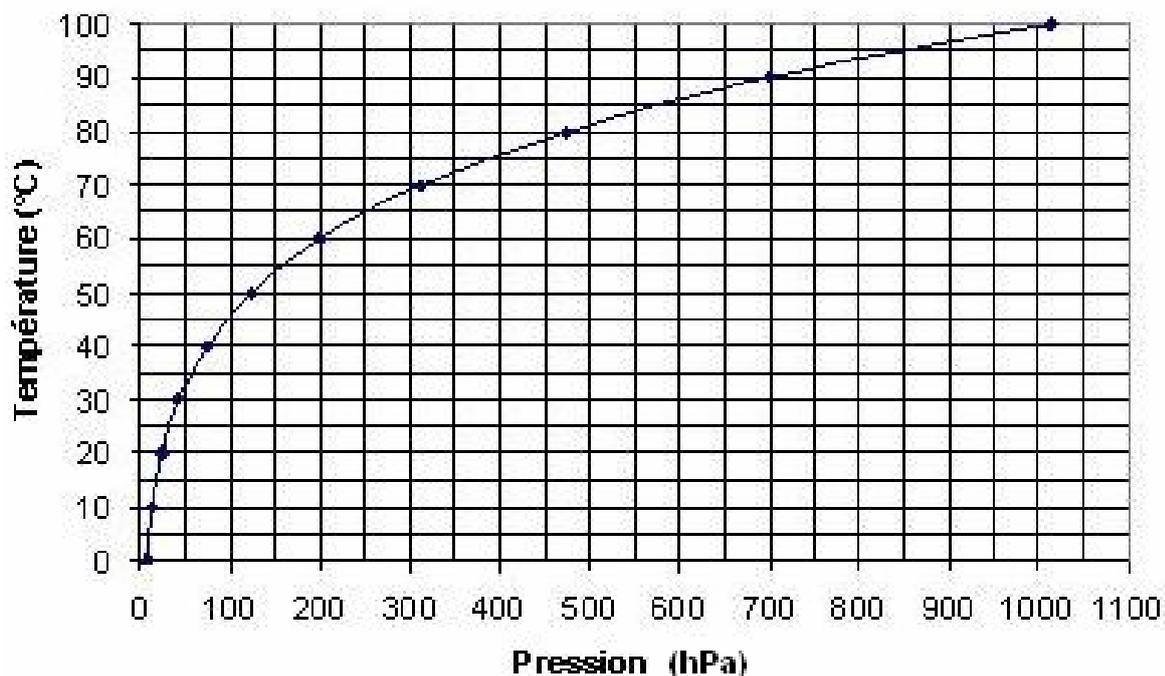
3.2. Expliquez pourquoi il devient impossible d'ouvrir le couvercle si on refroidit rapidement l'autocuiseur après avoir coupé le chauffage.

Document A : Profil général de l'atmosphère terrestre.



www.astrosurf.com/luxorion/meteo-atmosphere.htm

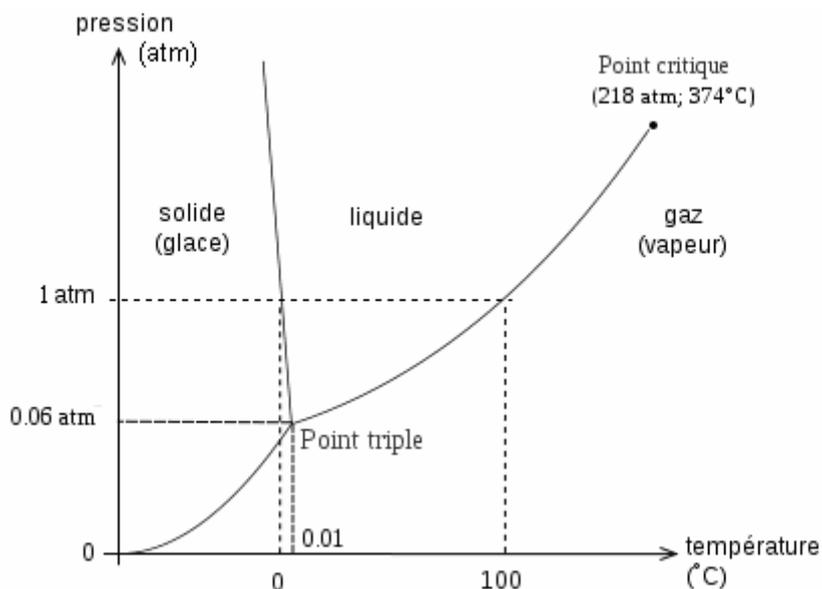
Document B : Évolution de la température d'ébullition de l'eau en fonction de la pression.



D'après <http://culturesciences.chimie.ens.fr/dossiers-chimie-societe-article-DessalementEauMer.html>

Document C : Diagramme de changements d'état physique de l'eau pure

On précise que 1 atm = 1013 hPa.



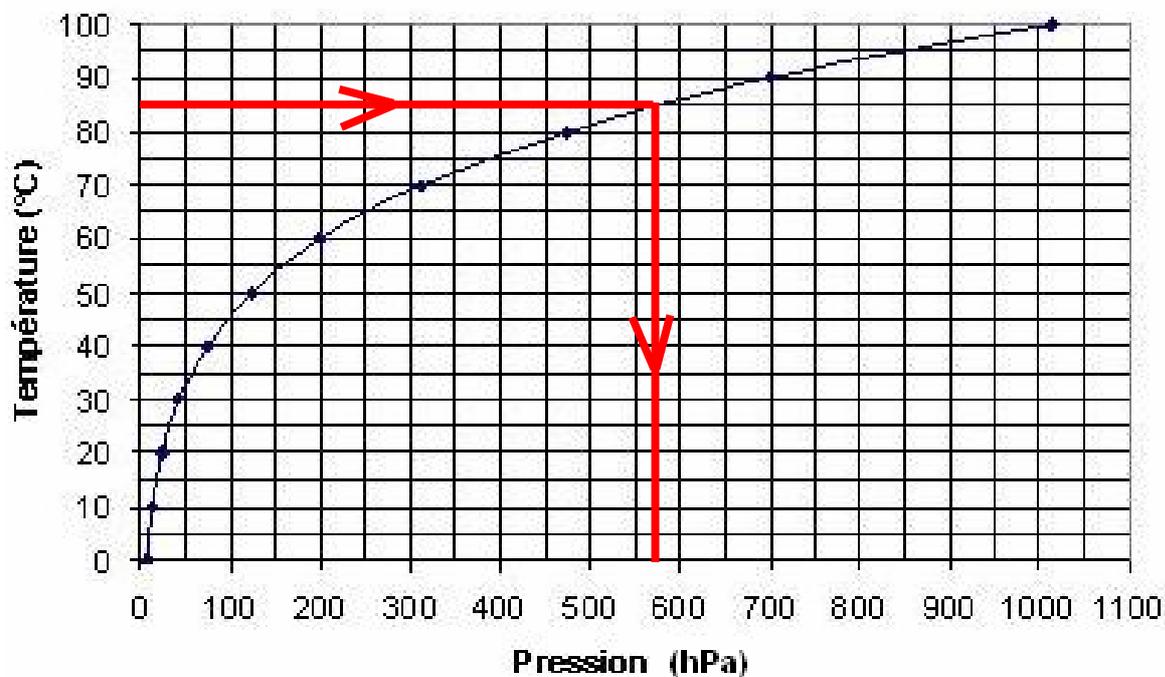
D'après <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=3335>

Question 1 (1 point)

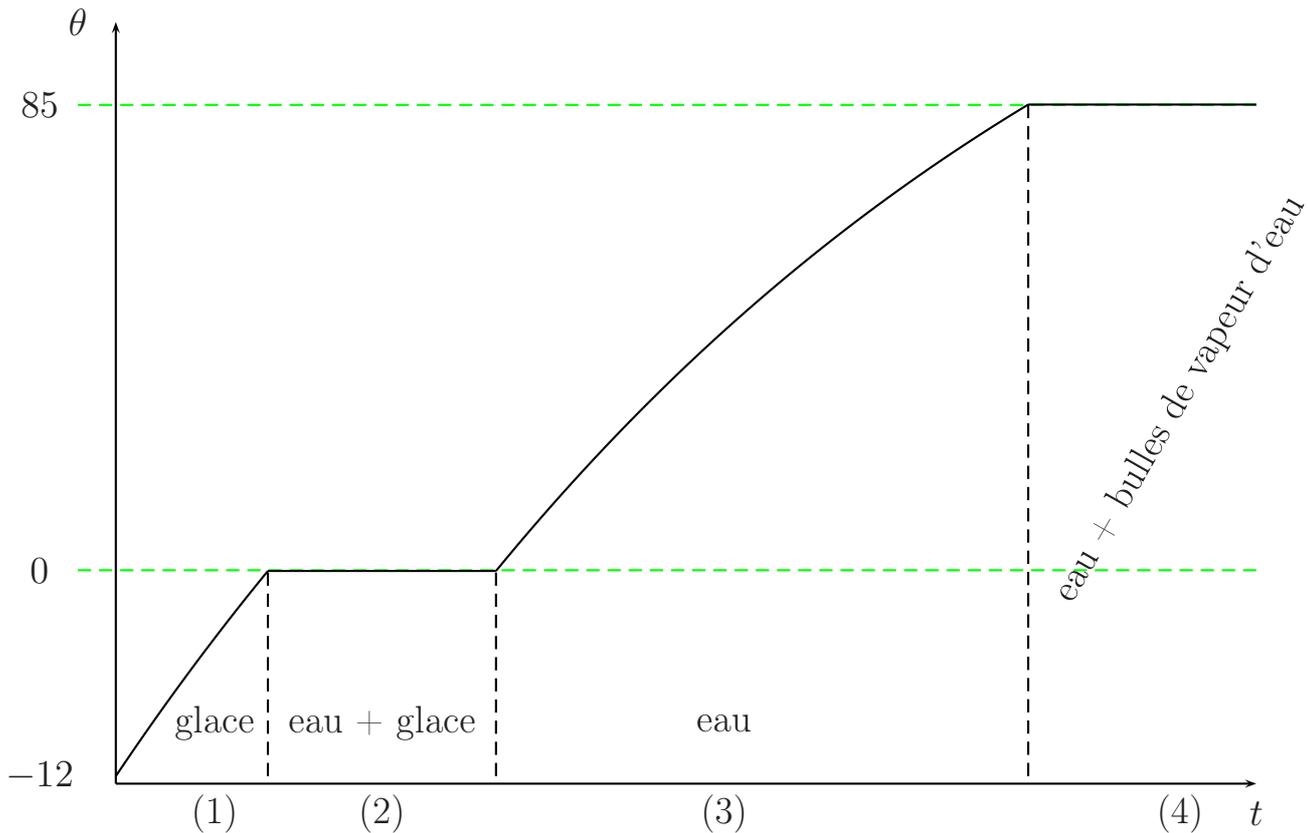
Les valeurs numériques du document sont assez imprécises. En effet, la température d'ébullition de l'eau diminue régulièrement avec l'altitude à raison de 1° tous les 300 m . Or : $3817 \simeq 13 \times 300$ et $100 - 13 = 87$. La température d'ébullition de l'eau au refuge du Goûter est donc de 87°C . L'auteur a peut-être arrondi à 85 qui est juste entre 80 et 90 pour faciliter l'utilisation du graphique joint.

On peut vérifier cela en cherchant [avec ce lien](#) la pression qui correspond à une altitude de 3817 m . On trouve : 631 hPa donne 3818 m . Ensuite, avec ce [lien](#), on cherche la température d'ébullition de l'eau à 631 hPa et on trouve bien 87° .

En utilisant le graphique, comme montré sur l'image ci-dessous, on voit qu'à une température de 85° correspond 575 hPa . La température d'ébullition de l'eau diminue quand la pression diminue, et la pression diminue avec l'altitude.



Question 2 (4 points)



Pour des raisons de facilité de lecture, l'échelle des ordonnées n'est pas constante, c'est à dire que sur le papier, la distance entre 0 et -12 est plus grande que ce qu'elle devrait être compte tenu de la distance de 0 à 85.

(1) L'énergie augmente l'agitation thermique des molécules, ce qui correspond à une augmentation de température. L'énergie se retrouve donc sous forme d'énergie cinétique des molécules.

(2) L'énergie provoque la fusion de la glace et est donc consommée pour augmenter l'énergie potentielle des molécules.

(3) L'énergie augmente l'agitation thermique des molécules, ce qui correspond à une augmentation de température. L'énergie se retrouve donc sous forme d'énergie cinétique des molécules.

(4) L'énergie provoque la vaporisation de l'eau et est donc consommée pour augmenter l'énergie potentielle des molécules. Les molécules qui s'attirent, s'éloignent en effet considérablement les unes des autres, puisque le volume est environ multiplié par 1000 quand on passe du liquide à la vapeur. Dès que des objets qui

s'attirent s'éloignent, l'énergie potentielle augmente. Il résulte de cela que l'énergie nécessaire pour vaporiser une certaine quantité d'eau liquide est beaucoup plus importante que l'énergie nécessaire pour faire fondre la même quantité de glace. La chaleur latente de fusion de la glace est en effet de : 330 kJ/kg tandis que sa chaleur latente de vaporisation est en effet 10 fois plus grande, de 2256 kJ/kg .

La conséquence, qui n'a pas été indiquée sur la courbe pour des raisons d'encombrement, est que le palier d'ébullition dure 10 fois plus longtemps que le palier de fusion, ce qui est une aubaine pour faire la cuisine.

Question 3 (3 points)

3.1 L'autocuiseur, en limitant la sortie de la vapeur, permet d'augmenter la pression, donc la température d'ébullition de l'eau.

La température de cuisson est donc beaucoup plus élevée, l'agitation thermique également. Or, c'est le choc des molécules qui dégrade les protéines. Cette dégradation, donc la cuisson, sont donc beaucoup plus rapides. La vapeur n'est autorisée à sortir par la soupape que lorsque la pression a atteint une valeur bien déterminée supérieure à la pression atmosphérique.

3.2 Très rapidement, il n'y a plus d'air dans l'autocuiseur, il est tout entier parti. À l'intérieur de l'autocuiseur, le seul gaz est la vapeur d'eau.

Si on refroidit rapidement l'autocuiseur, cette vapeur se liquéfie brutalement, ce qui provoque un vide, puisque lorsque l'on passe du gaz au liquide, le volume est divisé par 1000. La pression chute donc considérablement, d'autant plus que si cela est très rapide, l'air extérieur n'a pas le temps de rentrer par de petites fuites éventuelles. La pression de l'air extérieur n'est donc plus contrebalancée par une pression intérieure, et le couvercle est très fortement plaqué sur l'autocuiseur. Il est donc impossible de soulever le couvercle est de l'ouvrir.

Un autocuiseur a un couvercle d'à peu près 27.5 cm de diamètre, donc une surface d'à peu près $\pi \left(\frac{27.5}{2}\right)^2 \simeq 600 \text{ cm}^2$. La force de pression est donc égale au poids d'un objet de 600 kg , puisque la pression atmosphérique correspond environ au poids de 1 kg par cm^2 (fichier lourd, long à télécharger). Soulever le couvercle revient à vouloir soulever une voiture !

La vidéo suivante montre une expérience équivalente où après avoir fait bouillir de l'eau dans une canette de perrier, qui est donc pleine de vapeur d'eau, on la plonge dans l'eau liquide, ce qui provoque la liquéfaction instantanée de la vapeur. La pression extérieure écrase alors la canette.

