

PRÉNOM :

NOM :

CLASSE :

## LE DESSALEMENT DE L'EAU DE MER

**Le sujet est à rendre avec la copie**

L'eau est abondante sur Terre mais l'eau douce facilement accessible (lacs, fleuves, certaines eaux souterraines), ne représente que 0,07 % de la ressource totale en eau.

De nouvelles techniques de production d'eau potable sont mises en place pour satisfaire les besoins d'une population mondiale croissante.

Une des techniques utilisées est le dessalement de l'eau de mer. Le coût de cette technique étant assez élevé, son utilisation est souvent limitée aux pays les plus riches. Dans les dernières années, la capacité des usines de dessalement s'est accrue et les coûts de production ont connu une forte diminution.



***Le but de cet exercice est d'étudier dans une première partie la composition de l'eau de mer puis, dans une seconde partie, l'efficacité d'une technique de dessalement.***

***Les deux parties sont indépendantes.***

**Données :**

- Configuration électronique de l'atome de magnésium Mg :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ .
- Un des critères de potabilité d'une eau est que sa concentration en masse en chlorure de sodium soit de 400 mg/L au maximum.

### **1. Partie 1 : Composition de l'eau de mer**

La caractéristique la plus importante des eaux de mer est leur salinité, c'est-à-dire leur teneur globale en ions dissouts.

Les eaux des mers et des océans contiennent environ 35 g/L de sels minéraux, dont 27,2 g/L de chlorure de sodium NaCl et 3,8 g/L de chlorure de magnésium  $MgCl_2$ .

**Q1. (0,5 point)** L'eau de mer est-elle un corps pur ou un mélange ? Justifier.

**Q2. (1 point)** En utilisant la configuration électronique de l'atome de magnésium Mg fournie, donner la formule de l'ion magnésium. Justifier.

**Q3. (1 point)** En prenant appui sur l'électroneutralité du composé ionique  $MgCl_2$ , donner la formule de l'ion chlorure. Justifier.

**Q4. (0,5 point)** L'énoncé fournit des valeurs exprimées en 'g/L'. Expliquer si ces valeurs correspondent à la masse volumique  $\rho$  de l'eau salée ou à la concentration en masse  $C_m$  des ions dissouts.

**Q5. (0,5 point)** Il existe une valeur de concentration maximale dans un solvant pour tout composé solide. Proposer un procédé qui permette de mettre en évidence expérimentalement le fait que la concentration maximale du soluté dissout est atteinte.

## 2. Partie 2 : Efficacité du dessalement

Plusieurs procédés de dessalement de l'eau de mer sont utilisés.

La distillation est l'un d'entre eux : il s'agit de chauffer l'eau de mer jusqu'à son ébullition. La vapeur ainsi produite est beaucoup moins riche en sels que l'eau de mer. On condense cette vapeur pour obtenir de l'eau liquide moins salée.

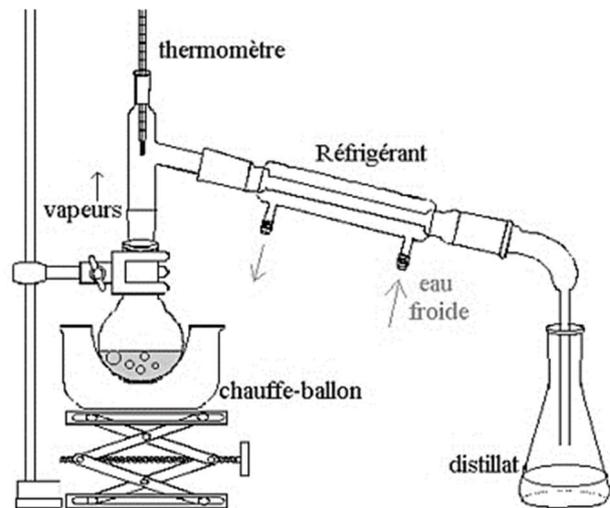


Figure 1 : schéma d'un montage de distillation

**Q6. (0,5 point)** Nommer le changement d'état ayant lieu lors d'une distillation :

- dans le ballon ;
- dans le réfrigérant.

Dans ce sujet, la qualité du dessalement est évaluée en comparant la valeur de la concentration en masse  $C_m$  en chlorure de sodium NaCl avant et après distillation.

Avant distillation, l'eau de mer étudiée contient 27,2 g/L de chlorure de sodium NaCl.

Après distillation, au laboratoire, on mesure qu'il reste 0,5 g/L de chlorure de sodium NaCl dans le distillat.

**Q7. (1 point)** Sachant que le volume initial de l'eau de mer traitée est de 1 L, déterminer la valeur de la masse  $m$  de chlorure de sodium récupérée dans le ballon à l'issue de la distillation.

**Q8. (1,5 point)** L'eau obtenue par la distillation satisfait-elle au critère de potabilité ? Justifier.

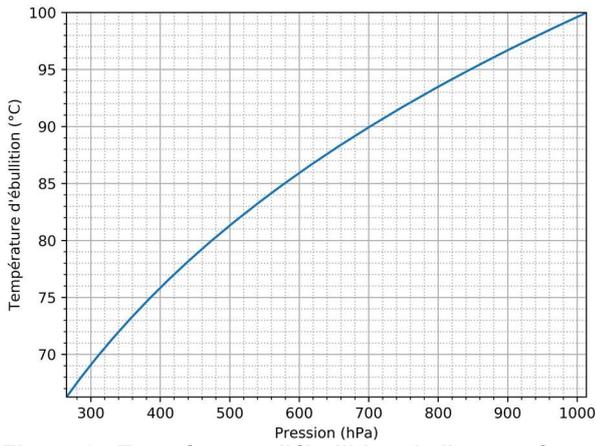
Pour contrôler l'efficacité du dessalement par distillation, il est également possible de comparer la valeur de la masse volumique  $\rho$  de l'eau avant et après distillation.

**Q9. (1 point)** Proposer un protocole expérimental permettant de déterminer la valeur  $\rho$  de la masse volumique d'une eau salée.

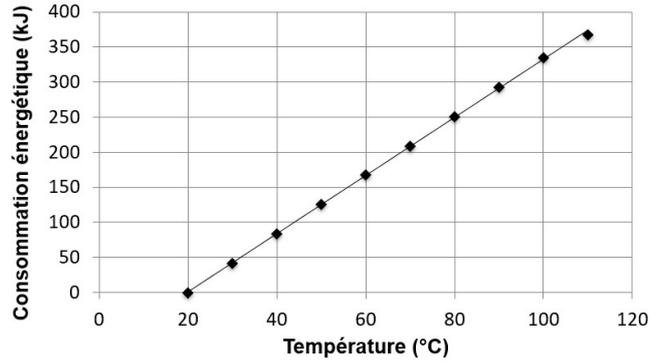
**Q10. (2,5 points)** L'inconvénient majeur des procédés de distillation est leur consommation énergétique importante, liée au chauffage de l'eau de mer jusqu'à sa température d'ébullition. Cette température est d'environ 101 °C lorsque l'air de la pièce est à pression atmosphérique. Afin de réduire la consommation d'énergie des procédés industriels, il est possible de réduire la pression de l'air de la pièce dans laquelle se trouve l'eau salée qu'on chauffe, ce qui modifie sa température d'ébullition.

On choisit de travailler à une pression de 380 hPa (hectoPascals).

En prenant appui sur les deux graphiques ci-dessous, évaluer l'économie énergétique (en kJ) réalisée en travaillant sous la pression de 380 hPa au lieu de la pression atmosphérique, pour une eau initialement à 20 °C.



**Figure 2 : Température d'ébullition de l'eau en fonction de la pression de l'air de la pièce**



**Figure 3 : Consommation énergétique en fonction de la température à atteindre**

*On fera figurer les traits de construction lors de l'exploitation des graphiques.*

***Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.***

Question	Tâche	Niveau difficulté	Compétence évaluée	Réponse attendue	Évaluation-Notation				
Q1	Simple	1	ANALYSER	L'eau de mer est un mélange car elle contient des solutés dissouts.	0,5				
Q2	Simple	2	ANALYSER	La couche 2 sera saturée avec une perte de 2 électrons présents sur la sous-couche 3s. Il se forme alors l'ion magnésium $Mg^{2+}$ .	1				
Q3	Simple	2	ANALYSER	Pour compenser les deux charges électriques positives associées au $Mg^{2+}$ , il faut deux charges électriques négatives : puisqu'il y a deux Cl, la formule de l'ion chlorure est $Cl^-$ .	1				
Q4	Simple	1	ANALYSER	Il s'agit de concentration en masse puisque l'énoncé fait référence aux masses de sels dissouts dans l'eau, et pas à la masse de la solution comparée à son volume.	0,5				
Q5	Simple	1	ANALYSER	Ajouter du soluté dans un volume donné d'eau jusqu'à observer qu'il ne se dissout plus. La concentration maximale du soluté dissout est alors atteinte.	0,5				
Q6	Simple	1	ANALYSER	Ballon : vaporisation (ébullition acceptée) Réfrigérant : condensation	0,5				
Q7	Simple	1	ANALYSER REALISER	Récupération des informations sur les concentrations : $27,2 - 0,5 = 26,7$ g/L. Ce qui correspond à une masse de chlorure de sodium extraite de 26,7 g puisque le volume étudié est 1 L.	1				
Q8	Simple	2	VALIDER	Le critère de potabilité fourni est : $400$ mg/L = $0,4$ g/L < $0,5$ g/L. Le distillat ne satisfait pas au critère de potabilité.	1,5				
Q9	Simple	2	ANALYSER	On mesure la masse et le volume d'une quantité d'eau. On calcule le rapport des deux.	1				
Q10	Complexe	3	<b>Évaluation des compétences</b> <i>A : Les critères choisis apparaissent dans leur totalité.</i> <i>B : Les critères choisis apparaissent partiellement.</i> <i>C : Les critères choisis apparaissent de manière insuffisante.</i> <i>D : Les critères choisis ne sont pas présents</i>		Niveau de maîtrise				
					A	B	C	D	
			RÉALISER	L'élève lit sur la figure 2 la valeur de la température d'ébullition associée à une pression de 380 hPa : il trouve une température de $75$ °C.					
				L'élève lit sur la figure 3 la valeur de la consommation énergétique associée à une température atteinte de $101$ °C : il trouve une valeur proche $340$ kJ.					
				L'élève lit sur la figure 3 la valeur de la consommation énergétique associée à une température atteinte d'environ $75$ °C : il trouve une valeur proche $240$ kJ.					
			ANALYSER	L'élève calcule la différence de consommation énergétique et obtient la valeur de l'économie énergétique. Elle est de l'ordre de $100$ kJ.					
				Notation :					
		Majorité de A : 2,5	Majorité de B : 1,5	Majorité de C : 0,5	Majorité de D : 0	2,5			