

<b>NOM :</b>	<b>DEVOIR SPCL</b>	
<b>Prénom :</b>	<b>Quotient réactionnel/ Ondes progressives</b>	
T STL	<b>Pompe à chaleur</b>	<u>20</u>
	23/11/2015	

**EXERCICE 1 : Chimie.**

/5

Dans un erlenmeyer on ajoute :

\*Un volume  $V_1 = 10$  mL d'une solution de sulfate de fer ( III )  $Fe_2(SO_4)_3$  de concentration en soluté apporté  $c_1 = 0,020$  mol/L,

\* $V_2 = 10$  mL d'une solution de sulfate de fer ( II )  $FeSO_4$  de concentration en soluté apporté  $c_2 = 0,020$  mol/L,

\* $V_3 = 20$  mL d'une solution de sulfate de cuivre ( II )  $CuSO_4$  de concentration en soluté apporté  $c_3 = 0,10$  mol/L

\* et 5 g de poudre de cuivre. Cu: 63,5 g/mol.

Données : couples oxydoréducteurs  $Cu/Cu^{2+}$  et  $Fe^{2+}/Fe^{3+}$

1. Ecrire l'équation de la réaction susceptible de se produire entre le cuivre solide et les ions  $Fe^{3+}$ .
2. Montrer que la quantité de matière initiale en ions  $Fe^{3+}$  dans la solutions de sulfate de fer(III)  $Fe_2(SO_4)_3$  vaut  $4,0 \cdot 10^{-4}$  mol.
3. Calculer le quotient de réaction initial associé.
4. La constante d'équilibre associée à cette équation est  $K = 3,8 \cdot 10^{40}$ . Quel est le sens d'évolution spontané de la réaction ?

**EXERCICE 2 : Le stationnement « ultra-simple» avec les ultrasons**

/7

*Les ultrasons sont des ondes mécaniques de période plus courte que les ondes sonores audibles. Elles ont été découvertes en 1883 par le physiologiste anglais Francis Galton.*

Une des nouvelles applications des ultrasons se trouve dans l'industrie automobile, où l'on peut les utiliser afin d'éviter les obstacles.

*Certains systèmes permettent de se garer automatiquement en quelques secondes : toute place de stationnement parallèle à la file de circulation disponible et mesurant au moins un mètre quarante de plus que le véhicule est reconnue par les capteurs à ultrasons qui permettent de calculer la trajectoire optimale pour effectuer le créneau sans que le conducteur n'ait à toucher le volant.*

**1. Généralités sur les ondes sonores**

1.1. Donner la définition d'une onde mécanique progressive.

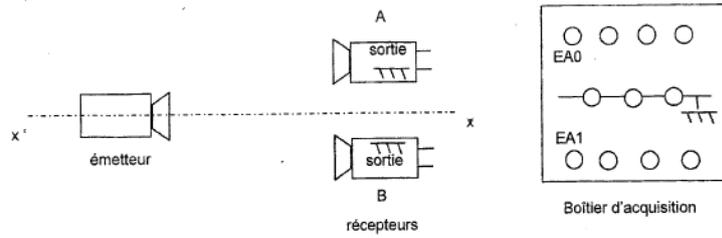
1.2. Dans le cas d'une onde sonore, la direction de la perturbation est parallèle à celle de la direction de la propagation. Comment peut-on alors qualifier ces ondes ?

**2. Détermination de la célérité des ultrasons: 1ère méthode**

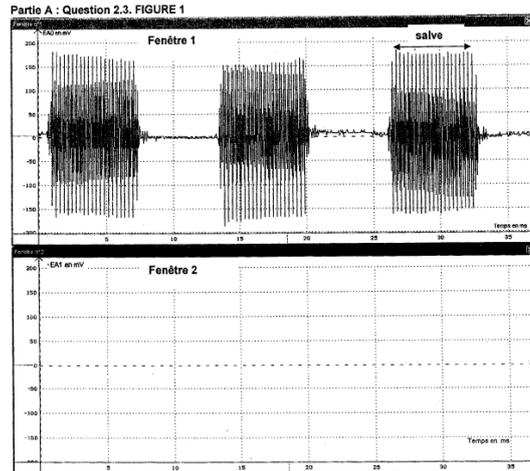
On alimente un émetteur d'ultrasons en mode « Salve ».

On place face à l'émetteur deux récepteurs A et B comme indiqué sur le schéma simplifié du montage fourni ci-après.

Partie A Question 2.1. Schéma simplifié du montage



Le récepteur A est relié à la voie EA0 du boîtier d'acquisition, le récepteur B à la voie EA1. L'enregistrement est présenté ci-dessous.

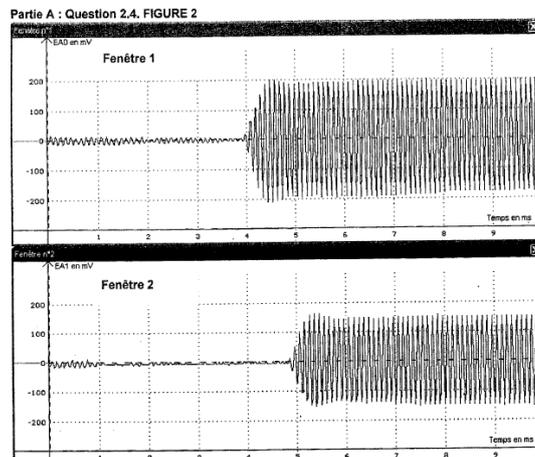


La fenêtre 1 correspond au récepteur A, la fenêtre 2 correspond au récepteur B.

- 2.1. Identifier et indiquer dans la fenêtre 1, les zones d'émission sonore et les zones sans émission.
- 2.2. Représenter les salves de l'acquisition obtenue dans la fenêtre 2 de la **figure ci-dessus**. (On ne représentera que leurs enveloppes, c'est-à-dire leur contour général).

On déplace ensuite le récepteur B, dans la direction émetteur-récepteur, d'une distance  $d$  suffisamment grande pour pouvoir mesurer avec précision le retard ultrasonore  $\Delta t$  correspondant au passage de l'onde par les deux récepteurs. Le déplacement s'effectue selon un axe parallèle à l'axe  $x$  du schéma simplifié du montage.

Afin de déterminer la célérité des ondes ultrasonores, on réalise une acquisition (sur une durée inférieure à celle d'une salvo) pour une distance  $d = 0,3$  m donnant les enregistrements présentés dans la **figure ci-dessous** :



2.3. Indiquer sur la figure 2 le retard  $\Delta t$  correspondant et le mesurer.

2.4. En déduire la valeur  $V_1$  de la célérité des ondes ultrasonores dans l'air.

2.5. Obtiendrait-on le même résultat pour la célérité si on effectuait l'expérience en utilisant l'eau à la place de l'air comme milieu de propagation? Justifier.

### 3. Détermination de la célérité des ultrasons : 2ème méthode

*On fait maintenant fonctionner l'émetteur en mode « Continu ».*

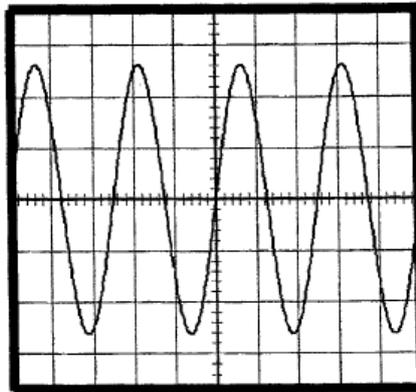
On visualise cette fois-ci les signaux à l'aide d'un oscilloscope voie 1 et le récepteur B à la voie 2.

*Au départ, on place à nouveau les deux récepteurs en face de l'émetteur, côte à côte, comme sur le schéma simplifié du montage de départ.*

*Les deux signaux sont alors superposés et confondus.*

*En choisissant une sensibilité verticale de  $0,10 \text{ V.div}^{-1}$  et une sensibilité horizontale de  $10 \mu\text{s.div}^{-1}$  on obtient l'oscillogramme du signal capté par le récepteur A présenté ci-dessous :*

Partie A : Question 3.1 Figure 3



3.1. Déterminer la période et en déduire la fréquence des ultrasons.

3.2. On déplace le récepteur B en l'éloignant du récepteur A, ce dernier étant fixé. Le déplacement s'effectue dans la direction émetteur-récepteur selon un axe parallèle à l'axe x'x du schéma simplifié. Les sinusoïdes se décalent puis se superposent à nouveau.

On répète l'opération d'éloignement du récepteur B jusqu'à la 10ème superposition des courbes. La distance entre A et B est alors de 8,4 cm.

Utiliser ces données pour déterminer la valeur d'une grandeur caractéristique de l'onde que l'on nommera.

3.3. Utiliser les questions 3.1 et 3.2 pour déterminer une valeur  $V_2$  de la célérité des ultrasons. On précisera la démarche et les calculs effectués.

3.4. Ce résultat est-il cohérent avec le précédent ? Quelle est la méthode la plus précise ?

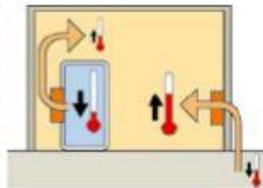
**EXERCICE 3 : La pompe à chaleur (PAC)**

**Document 1 :**

# un réfrigérateur à l'envers

Dans un réfrigérateur, de la chaleur est puisée à l'intérieur de celui-ci, ce qui en abaisse la température, puis est rejetée à l'extérieur, dans l'air de la cuisine.

Les pompes à chaleur fonctionnent selon le même principe, mais c'est l'environnement extérieur (sol, air ou eau) qui fournit la chaleur et l'intérieur du logement qui la récupère.



**Le principe de base,...**

La pompe à chaleur ou PAC est constituée d'un circuit fermé et étanche dans lequel circule un **fluide frigorigène** à l'état liquide ou gazeux selon les organes qu'il traverse. Ces organes sont au nombre de quatre : l'**évaporateur**, le **compresseur**, le **condenseur**, et le **détendeur**.

Pour simplifier, on peut dire que la pompe à chaleur prélève un peu de chaleur d'une « **source froide** » (sol du jardin, air environnant ou eau d'une nappe), augmente son niveau de température et restitue une chaleur à une température plus élevée dans le logement.

Son fonctionnement est d'autant plus efficace que la différence entre la température du milieu où est puisée la chaleur et celle des émetteurs de chaleur du logement est réduite.

**... ses applications**

À partir du principe de base de la pompe à chaleur, différents systèmes existent, avec des performances et des possibilités d'application différentes. On peut regrouper les PAC destinées au chauffage des particuliers en deux grandes familles :

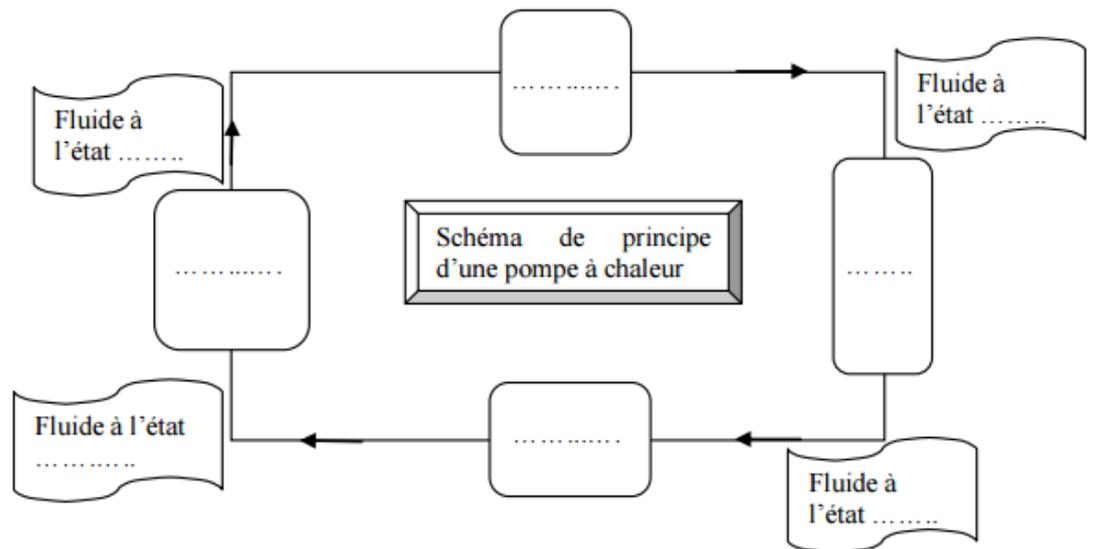
- les **PAC géothermiques** qui puisent la chaleur dans le sol ou l'eau d'une nappe par l'intermédiaire d'un réseau de capteurs ou de forages ;
- les **PAC aérothermiques** qui la puisent directement dans l'air ambiant, extérieur ou intérieur au logement.

On parle selon les cas de modèles **air / air**, **air / eau**, **sol / sol**, **sol / eau**, **eau / eau** ou **eau glycolée / eau**. Le premier terme désigne l'origine du prélèvement, le second le mode de distribution de la chaleur. Seule exception : la PAC eau glycolée / eau qui puise la chaleur dans le sol (avec des capteurs enterrés contenant de l'eau glycolée).

Source : guide ADEME « Pompe à chaleur »

**Question 1.** Légénder le document 2 ci-dessous avec les termes suivants : évaporateur, condenseur, compresseur, détendeur et indiquer l'état physique du fluide frigorigène.

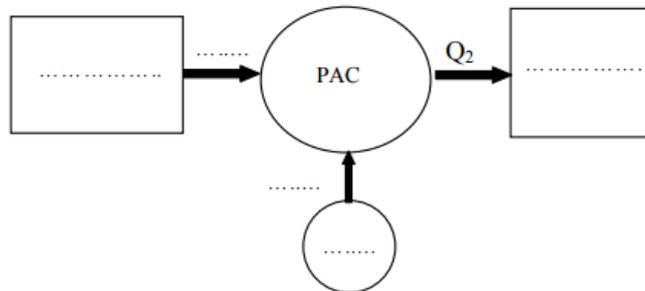
**Document 2**



**Document 3**

Une pompe à chaleur air-eau fonctionne comme une machine frigorifique, dont le principe peut être schématisé comme ci-dessous :

le fluide frigorigène prélève une quantité de chaleur  $Q_1$  à l'air extérieur (considéré comme une « source froide » à la température  $T_1$ ) et restitue une quantité de chaleur  $Q_2$  à l'eau du circuit de chauffage (considérée comme une « source chaude » à la température  $T_2$ ) ; un travail électrique  $W$  est fourni au compresseur par le moteur.



L'efficacité de la pompe à chaleur est définie à l'aide d'un coefficient appelé COP

$$\text{(Coefficient of Performance) : COP} = \frac{Q_2}{W}$$

Le bilan d'énergie au niveau de la PAC permet d'écrire :  $W + Q_1 = Q_2$

**Question 2.** Légendez le schéma du document 3.

**Question 3.** Une PAC air-eau installée dans une maison neuve a une puissance thermique (restituée au circuit de chauffage) de 15 kW.

a. Sachant que le COP de la PAC vaut 3,0, calculer, en kWh :

- \* l'énergie prélevée à l'air extérieur en une heure
- \* l'énergie électrique consommée en une heure

b. Quelle est, en pourcentage, l'économie d'énergie électrique réalisée pour les usagers de la PAC par rapport au chauffage par radiateurs électriques ?

**Document 4**

*L'efficacité d'une pompe à chaleur décroît avec l'écart de température entre sources et est limitée par la deuxième loi de la thermodynamique.*

Pour le cycle de Carnot, présentant l'efficacité maximale : 
$$\text{COP}_{\max} = \frac{T_2}{T_2 - T_1} = \frac{1}{1 - \frac{T_1}{T_2}}$$

Les températures  $T$  sont exprimées en kelvins (K) :  $T[\text{K}] = \theta[^\circ\text{C}] + 273,15$

Le COP de toute pompe à chaleur augmente avec la température  $T_1$  de la source froide et diminue avec la température  $T_2$  de la source chaude : il peut atteindre 5 à 7 en été pour de l'eau de piscine mais une valeur inférieure à 3 en hiver (les valeurs normalisées données par les fabricants sont pour un air à 7 °C et de l'eau de chauffage à 35 °C).

Le COP n'a de signification qu'à températures de source froide et de source chaude données.

De ce fait, la pompe à chaleur air/eau par exemple présentera par exemple un COP de 3,5 par +7 °C et de 2 à 0 °C extérieur.

D'après site [www.wikipédia.fr](http://www.wikipédia.fr)

**Question 4a.** Justifier les 2 phrases soulignées du document 4.

b. Calculer le COP théorique maximal :

- \* pour un air extérieur à 7,0°C et de l'eau du circuit de chauffage à 35,0°C
- \* pour un air extérieur à -10,0°C et de l'eau du circuit de chauffage à 35,0°C

c. Conclure.