Habitat	TP 3A	Comment « garder » la fraicheur ? Comment « stocker » la chaleur ?	TSTI2D

Capacités exigibles :
- *Différencier les différentes transformations liquide-vapeur pour l'eau : évaporation, ébullition*
- *Utiliser l'enthalpie de changement d'état pour effectuer un bilan énergétique*

1 Evaporation et ébullition : 2 modes de vaporisation de l'eau

A. Réfléchissons un peu avant de commencer…

En vous aidant du document ci-dessous, répondre aux questions suivantes :

Le bon taux d'humidité dans une maison

Pour le confort et le bien-être, le taux d'humidité de l'air ambiant dans la maison doit être compris entre 40 et 50 %. Quelles sont les solutions pour moduler l'hygrométrie de son intérieur ?

L'hygrométrie correspond à la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air par rapport à la quantité maximale que peut contenir cet air. Ainsi, une humidité relative de 100% indique que l'air est saturé en eau. Pour chaque température, il existe une quantité maximale de vapeur d'eau que l'air peut contenir (voir tableau ci-dessous).

Température de l'air (°C)	10	15	20
Masse maximale de vapeur d'eau que peut contenir 1 kg d'air (g)	5,40	7,63	10,64

Trop sec, l'air agresse les muqueuses nasales et irrite les voies respiratoires. Le manque de ventilation, le chauffage et la climatisation assèchent l'air ambiant. Ainsi, il est fréquent en hiver, dans les maisons trop chauffées et peu aérées, de voir le taux d'humidité chuter. Dans ce cas, il est conseillé d'utiliser un humidificateur à air chaud pour la chambre de bébé, l'air chaud et humide aidant à respirer.

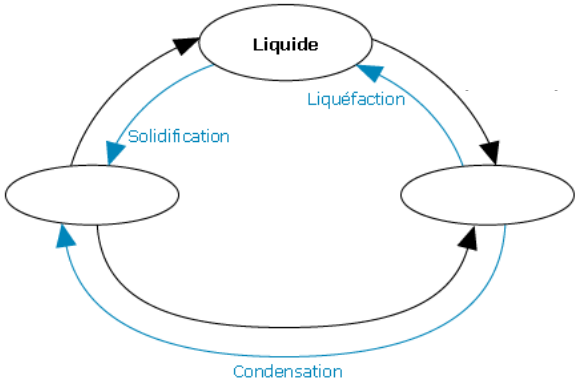
Il faut savoir que chacun d'entre nous rejette deux litres d'eau par jour sous forme de vapeur, en respirant et en transpirant. Les travaux ménagers rejettent aussi de l'eau : en cuisinant, en faisant sécher son linge, en prenant une douche... Au-dessus d'un taux d'humidité de 50 %, l'air chargé en vapeur d'eau se condense sur les surfaces froides (papier peint, encadrement de fenêtre), créant un environnement favorable à la prolifération des moisissures.

Les conseils : renouveler l'air de la maison, tous les jours, toute l'année. Adopter quelques réflexes simples pour que le taux d'humidité ne monte pas en flèche : garder le couvercle sur les casseroles, ouvrir la fenêtre en cuisinant et après la douche, sécher le linge si possible à l'extérieur ou dans un local bien aéré...

D'après *http://www.oositoo.com/blog/index.php/2007/10/18/1334-humidite-maison*

✍ **1.** Quels sont les 3 états de l'eau ? Sous quel état se trouve l'eau dans l'air ?

✍ **2.** Compléter le diagramme ci-contre en donnant le nom des états et des changements d'état manquants.



✍ **3.** Comment évolue la quantité maximale d'eau dans l'air quand la température augmente ?

✍ **4.** Dans une chambre de 50 m^3 où l'humidité relative est de 40%, déterminer le volume d'eau contenu dans l'air à 20°C.

Données à 20°C : masse volumique de l'air : $\rho_{air} \approx 1{,}2\ kg.m^{-3}$
masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} \approx 1{,}0.10^3\ kg.m^{-3}$

✍ **5.** Que se passe-t-il sur les parois des vitres en hiver lorsque l'humidité relative à l'intérieur d'une pièce est trop importante ? Observe-t-on le même phénomène sur les parois d'un couvercle lorsqu'on fait bouillir de l'eau dans une casserole ?

B. 1ère problématique : **comment l'eau de la gargoulette peut-elle se refroidir en pleine chaleur ?**

La gargoulette est un récipient en terre cuite poreuse, typique des pays méditerranéens, qui permet de conserver une eau fraîche malgré des températures extérieures élevées.

☞ Observer l'expérience réalisée au bureau.

✍ **6.** Schématiser le montage en le légendant et noter l'évolution des températures relevées par les deux thermomètres au démarrage de la ventilation.

✍ **7.** Quelle transformation l'eau imbibant le coton subit-elle sous l'effet de l'air chaud ?

✍ **8.** Répondre à la problématique.

2 Changement d'état de la paraffine

A. Réfléchissons un peu avant de commencer…

Sur le site internet de l'Association Pour la Promotion des Energies Renouvelables (APPER), dans une des discussions du forum, on peut lire (texte légèrement modifié) :

Helios91 : Il existe une méthode pour stocker/libérer de l'énergie et qui utilise la chaleur latente de fusion de la paraffine ou de la cire.

J'ai regardé, mais abandonné rapidement, faute de comprendre et de trouver la matière première… Il y a au moins un industriel qui vend cela sous forme de plaques de plâtre qui contiennent de microbilles qui contiennent de la cire.
On appelle cela des matériaux à changement de phase.

pour en savoir plus, c'est ici ☞
ou ici ☞ *http://bit.ly/2cMPdH2*

Dieu01 : Allez, petit rappel :

Pour chauffer 1 kg de matière d'1°C il faut apporter une énergie exprimée en J/kg/°C et elle correspond à la capacité calorifique massique de cette matière. Cette matière pouvant être soit en phase solide, liquide ou gazeuse, cette capacité calorifique massique est différente pour chacun des états de cette matière.

Mais, pour passer de la phase solide à la phase liquide et de la phase liquide à la phase gazeuse, il faut apporter beaucoup d'énergie et c'est la l'intérêt du système. Cette énergie s'exprime en J/Kg et elle correspond à la chaleur latente (ou enthalpie). Cette chaleur latente est différente pour chacune des transitions de cette matière.

Quelques chiffres pour 1 kg de matière :

	eau	***paraffine***	***cire***
densité	*1*	*0,9*	*0,95*
Chaleur massique en phase solide (kJ/kg/°C)	*2,1*	*2,95*	*3,43*
Temp. de fusion (°C)	*0*	*55*	*65*
Chaleur latente de fusion (kJ/kg)	*330*	*146*	*146*
Chaleur massique en phase liquide (kJ/kg/°C)	*4,18*	*2,195*	*2,74*

On a donc 30% d'énergie emmagasinée en plus pour la paraffine et 47% en plus pour la cire !

Exemple avec un Δθ de 50°C (au départ température de 30°C et à la fin température de 80°C) :

Calcul de l'énergie emmagasinée :

1kg d'eau *: de 30°C à 80°C => 50 x 4,18 =* ***209 kJ***

1kg de paraffine *: de 30°C à 55°C => 25 x 2,95 = 74 kJ*
enthalpie de fusion => 146 kJ
de 55°C à 80°C => 25 x 2,195 = 55 kJ
soit au total => ***275 kJ***

1kg de cire : ……
……
……
……

✍ **9.** Compléter les lignes de calcul manquantes dans le texte (sur la cire) et expliquer, en 5-6lignes, le principe et l'intérêt du système commercialisé par l'industriel.

B. Manipulations

On cherche à déterminer les points de fusion et de solidification de la paraffine, c'est-à-dire les températures de changement d'état fusion et solidification de la paraffine.

Partie 1: Température de solidification

☞ Mettre une petite quantité de paraffine dans un tube à essais. Mettre ensuite le tube dans le bécher rempli d'eau chauffée à θ = 75°C.

☞ Lorsque la paraffine devient liquide, mettre le thermomètre dedans.

☞ Agiter légèrement et sortir le tube de l'eau chaude en le laissant suspendu à la pince dans l'air libre.

☞ Relever aussitôt la température de la paraffine puis toute les 15 s pendant le refroidissement (tant que c'est possible, mélanger régulièrement doucement à l'aide du thermomètre).

✍ **10.** Tracer le graphique représentant l'évolution de la température en fonction de la durée θ = f(t) lors du refroidissement.

Partie 2: Température de fusion

☞ Reprendre le tube à essais avec la paraffine solide et le thermomètre et le replacer dans le bécher d'eau chaude à θ = 75°C.

☞ Relever de nouveau toutes les 15 s la température de la paraffine. Agiter dès que possible pour homogénéiser la température.

✍ **11.** Tracer le graphique représentant l'évolution de la température en fonction de la durée θ = f(t) lors du réchauffement.

✍ **12.** Chaque graphique peut être divisé en trois parties distinctes. Les repérer et commenter ces différentes parties en précisant notamment les parties où le système {paraffine} reçoit de l'énergie et les parties où le système libère de l'énergie.

✍ **13.** Déterminer les points de fusion et de solidification de la paraffine.

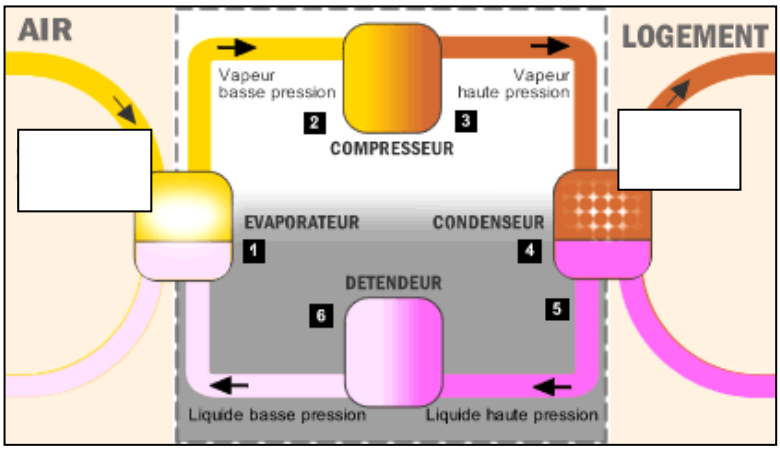
Pour les plus rapides... la pompe à chaleur

Comment expliquer les échanges de chaleur dans une pompe à chaleur ?

Sur le schéma ci-contre est représenté le principe d'une pompe à chaleur. Dans ce type d'installation, un fluide circule entre deux échangeurs de chaleur :

- un évaporateur (1) où le fluide passe de l'état liquide à l'état gazeux.
- un condenseur (4) où le fluide passe de l'état gazeux à l'état liquide.

✍ Compléter le schéma avec les termes « $Q_{reçue}$ par le système » et « $Q_{cédée}$ par le système » et en utilisant les résultats des expériences précédentes, répondre à la problématique.



CORRIGE			
3A	Activité expérimentale	Comment « garder » la fraicheur ? Comment « stocker » la chaleur ?	TSTI2D

Réfléchissons un peu avant de commencer…

Unité du débit dans le texte : L/min. Ce n'est pas l'unité du système international qui est le m^3/s.
12 L/min = 12.10^{-3} m^3 / 60 s = $2,0.10^{-4}$ $m^3.s^{-1}$

Débit volumique dans le cas de l'utilisation de mousseurs hydroéconomes : 4 à 8 L/min.

Economie financière globale réalisée avec un mousseur hydroéconome :
Prix pour 1 m^3 :
Prix de l'eau : 2,50 €
Prix de l'électricité : 0,07x30 = 2,10 €
Soit globalement : 4,60 €. Si la consommation est divisée par 2 grâce à un mousseur, l'économie est de 2,30 € d'économie/m^3.

☞ **Expérience à réaliser chez soi : mesure du débit du robinet de votre cuisine** *(en fonctionnement normal)*

Protocole expérimental : faire plusieurs mesures du temps de remplissage du verre doseur. Mesurer le volume d'eau. Le transformer en L/s et faire une moyenne des résultats.

Pour le robinet du labo, à la limite de l'éclaboussure, on a mesuré un volume d'eau de 231 mL en 4,8 s
D_v = 0,231/4,8 ≈ $4,8.10^{-2}$ L/s ≈ 2,9 L/min.

explication avec Daniel Quénard : les microbilles changent d'état de solide à liquide et inversement pour stocker la chaleur et la redistribuer lorsqu'il y en a besoin

Manipulations

1. Modélisation et résolution du problème

☞ Altitude exacte de la surface de l'eau depuis l'origine : z = 33 cm.
☞ Diamètre de la canalisation : $Ø_{tube}$ = 0,6 cm

Mission 1 :

Protocole : A FAIRE A DEUX ! Une personne maintient constant le niveau d'eau dans le réservoir. L'autre personne ouvre le robinet au fond du bécher (hauteur mesurée $z_{robinet}$) et déclenche le chronomètre. On arrête le chronomètre et le robinet au bout de quelques secondes, avant que le bécher ne soit rempli. La masse d'eau accumulée est mesurée à l'aide d'une balance et convertie en L (1 L d'eau pèse 1 kg).

Il faut faire attention à ce que le volume d'eau versé ne soit pas supérieur à la capacité du bécher (débordement) !

$z_{robinet}$ (cm)	Δt (s)	m_{eau} (g)	Δt (min)	V_{eau} (L)	D (L/min)
4	13,1	213	0,22	0,21	0,97
19	15.3	171	0,25	0,17	0,68
23	*19.9*	*178*	*0,33*	*0,18*	*0,54*
26	23.5	169	0,39	0,17	0,43

Les mesures ne peuvent pas être plus précises qu'avec 2 chiffres significatifs. Le débit est d'environ 0,5 L/min quand le robinet à un peu plus de 23 cm de hauteur.

Mission 2 :

Le débit diminue quand la hauteur diminue. Le débit est nulle quand le robinet est à la même hauteur que la surface du réservoir.

2. Détermination de la vitesse d'écoulement

Section du tube S = $\pi.R^2$ = $\pi.(D/2)^2$ = $2,8.10^{-5}$ m^2
D = 0,5 L/min = ($0,5.10^{-3}$ m^3)/(60 s) = $8,3.10^{-6}$ $m^3.s^{-1}$
v = D / S = ($8,3.10^{-6}$)/($2,8.10^{-5}$) = 0,30 $m.s^{-1}$

Commentaire : L'écoulement peut être considéré comme stationnaire (donc le débit constant) à condition de bien maintenir constant le niveau du réservoir d'eau.

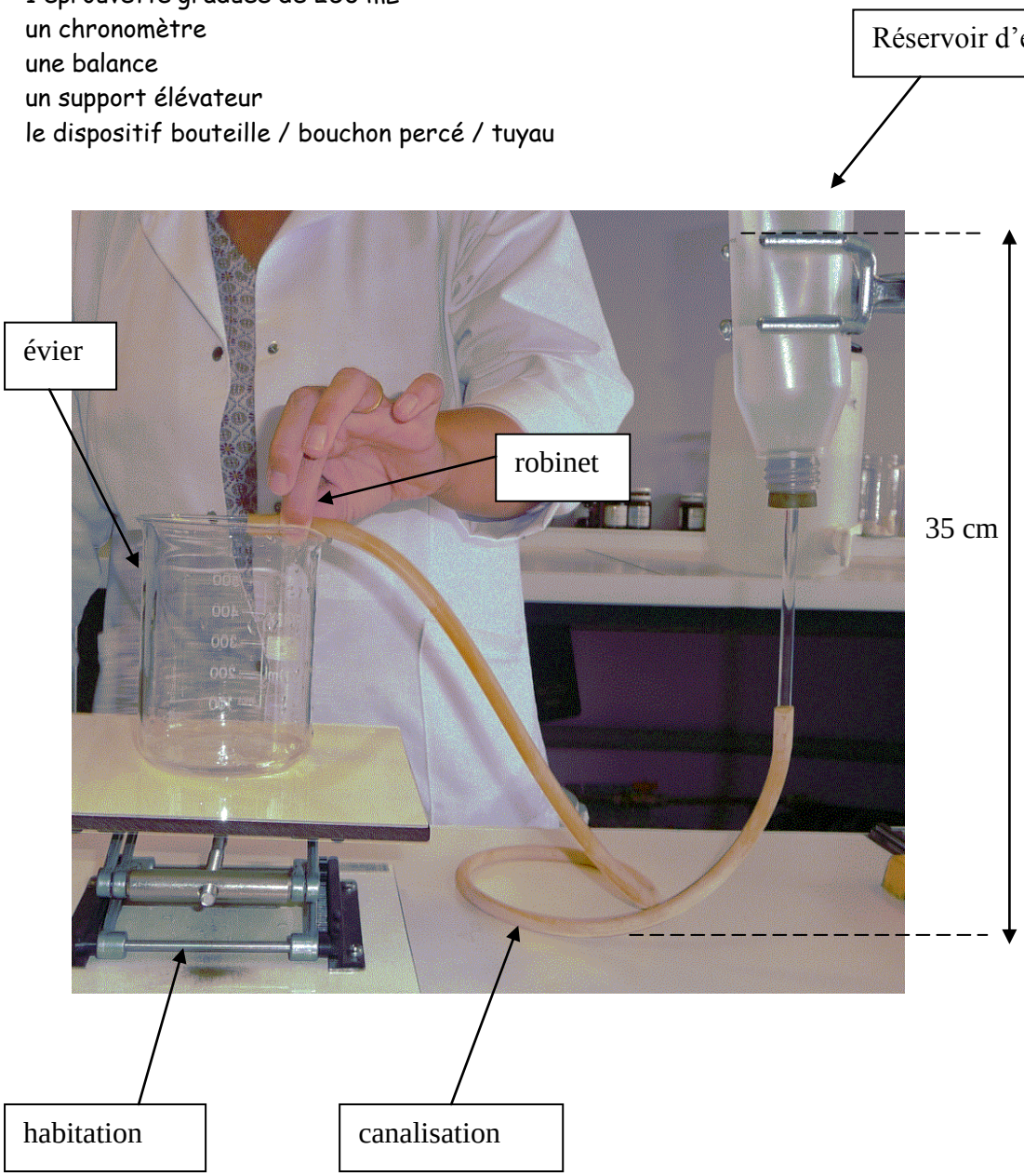
Conclusions

Le débit volumique se calcule selon la formule : Dv = volume/temps. Le débit est lié à la vitesse d'écoulement v selon la formule : Dv = S.v.

MATERIEL			
2B	Activité expérimentale	Débits d'eau dans une habitation	TSTI2D

Sur le bureau :

- **VIDEOPROJECTEUR + ordi**
- **serpillières**
- **des chiffons, des éponges**
- des tuyaux souples de longueurs différents

Sur les paillasses élèves :

- **2 chiffons**
- 1 bécher de 600mL
- 1 autre grand bécher suivant dispo du labo
- 1 cristallisoir
- 1 éprouvette graduée de 250 mL
- un chronomètre
- une balance
- un support élévateur
- le dispositif bouteille / bouchon percé / tuyau