

# Chaleur massique Approf.

## pertes et équilibre thermique

*Par des activités d'introduction (atelier Chaleur massique introd.), on a rendu sensibles les élèves au fait qu'il existe un lien entre la température d'un corps et l'énergie qu'il reçoit ou qu'il perd et que ce lien dépend de la matière dont ce corps est constitué.*

*Avec l'approfondissement proposé ici, on voudrait que les élèves soient capables de prévoir la variation de température d'une masse d'eau connue en fonction de l'énergie gagnée ou perdue par cette masse d'eau. Inversement on aimerait qu'ils puissent calculer une énergie provoquant un changement de température donné. Des situations-problèmes sont proposées à cette fin.*

*D'autres situations-problèmes élargissent quelque peu la problématique aux questions de conduction, de pertes d'énergie et d'équilibre thermique.*

*L'extension de la conceptualisation de la chaleur massique (en se limitant ici au fer et à l'alcool) concerne plus spécifiquement les élèves de l'OSMEP.*

### Situations-problèmes (avec de l'eau)

**À relier :** CM 1.03/ EN 2.55 /CM 3.04 lien entre température, masse d'eau et énergie

(Voir le document explicatif **Les 3 phases d'une séquence d'enseignement** dans la BDRP)

**CM 1.04** je chauffe de l'eau / graphique de la température en fonction de l'énergie

**CE 2.08** transfert, conduction (quel récipient chaud oser toucher ?)

**EN 2.49** température, pertes d'énergie en 5 minutes avec une boîte de conserve

**EN 2.55** température atteinte par de l'eau chauffée avec un thermoplongeur

**PU 2.03** lien entre température, masse d'eau et énergie, avec pertes

**EN 2.07** refroidissement d'une masse d'eau chaude au cours du temps

**CM 3.04** énergie – puissance – température, débit

### QCM Énergie

Items Nos 42 et 48 (pertes et équilibre)

**Remarque :** l'item 42 (EN15) peut être proposé comme situation-problème et la réponse donnée ou confirmée par l'expérimentation

#### Plus spécifiquement pour l'OSMEP :

**CM 2.02, CM 2.03, CM 2.05, CM 3.03** température d'un mélange

**EN 2.39** effet de la capacité calorifique sur la température atteinte

**CM 3.01** conduction et transfert par bain-marie

#### Situations avec du fer

**CM 2.06, CM 2.07** fer chaud dans l'eau

**CM 2.09** masse du fer chaud dans l'eau

#### Situations avec de l'alcool

**CM 3.02** Chauffer un tube d'alcool et un tube d'eau

### QCM Énergie

Items Nos 43, 44, 45, 46, 47

Atelier sur le thème **Approche de l'Énergie (ApEn)**

Pages suivantes :

# Situations-problèmes

## Energie - température de l'eau, énergies différentes

### Consigne :

C'est une devinette: prévois (au pif), l'augmentation de température de 3 dl d'eau chauffée en lui apportant 4 gouttes d'énergie (gouttes de 1 Wh) au moyen du thermoplongeur branché par l'intermédiaire du multimètre réseau.

Fais l'expérience pour voir si tu as deviné juste.

Prévois l'augmentation de température obtenue, toujours pour 3 dl d'eau, mais avec 8 gouttes d'énergie.

Vérifie.

### Matériel à disposition

- récipient gradué (mesure de ménage)
- récipients dans lesquels on chauffe l'eau
- thermoplongeur
- thermomètre
- multimètre réseau

**Energie - température de l'eau, énergies différentes****CM1.03****Atelier ApEn ChMa-Approf**

<b>Phase</b>	<b>immersion-conceptualisation</b>
<b>Concepts</b>	<b>chaleur_massique mod_gouttes pertes 2e_principe</b>
<b>Sujet</b>	<b>Chaleur massique conceptualisation</b>

***Observations pouvant être attendues des élèves***

Quand les élèves abordent cette situation, ils sont déjà familiarisés avec l'idée d'un fluide énergie qui se représente au moyen de gouttes. Ils ont déjà utilisé un thermoplongeur et un multimètre réseau.

**Consignes supplémentaires**

Suivre le mode d'emploi du compteur ou du multimètre réseau !  
Observer les consignes de sécurité du thermoplongeur !  
Remuer l'eau avant de mesurer la température !  
Ne pas sortir le thermomètre de l'eau pendant la lecture !

## Energie - température atteinte par de l'eau chauffée avec un thermoplongeur

### Consigne :

Au moyen d'un thermoplongeur, on chauffe de l'eau dans un récipient donné. Le thermoplongeur est branché sur un multimètre réseau (ou un compteur) capable d'indiquer l'énergie consommée.

Le défi est de prévoir la température atteinte par l'eau d'après le nombre de wattheures (Wh) mesuré avec le multimètre réseau (ou le compteur).

Fais des essais pour trouver une manière de relever le défi.

Quand tu penses être au point, demande à ton camarade de préparer un récipient avec la quantité d'eau qu'il choisit et dont la température t'est connue. Demande-lui de t'indiquer une énergie. Avec ces données, détermine la température qui sera atteinte par l'eau qui aura reçu cette énergie.

### Matériel à disposition

- récipient 400 ml (bêcher ou double bêcher avec isolant entre les verres ou thermos)
- récipient gradué ou balance de ménage
- thermomètre
- thermoplongeur
- multimètre réseau ou compteur électrique
- montre avec secondes ou chronomètre

## Energie - température atteinte par de l'eau chauffée avec un thermoplongeur

EN2.55

Atelier ApEn ChMa-Approf

Item Vous avez dit énergie 7.05

Phase	conceptualisation
Concepts	énergie chaleur_massique
Sujet	Chaleur massique conceptualisation

### Indications didactiques

Les variables mesurables intervenant dans ce problème sont l'énergie apportée, la masse de l'eau chauffée et la température de l'eau. Diverses consignes complémentaires peuvent être données aux élèves:

**Problème restreint:** Fixer la quantité d'eau ou l'énergie apportée et donner des limites pour l'autre de ces variables afin que les pertes d'énergie soient limitées.

**Problème fermé:** Limiter l'énergie à 6 Wh et exiger au moins 3 dl d'eau. Demander de ne pas chauffer deux fois de suite la même eau, mais de reprendre chaque fois de l'eau froide.

Faire utiliser un récipient isolé. Avec des pertes négligeables, une relation pourra être trouvée (tableaux de correspondance graphiques ou formules).

**Problème ouvert** visant à développer l'aptitude à la démarche scientifique: Laisser les élèves libres du choix des quantités d'eau et des énergies apportées et les guider dans une recherche plus complexe qui n'aboutira pas nécessairement à relever le défi avec précision, mais à trouver la température atteinte par l'eau avec une assez bonne approximation.

En expérimentant, les élèves constatent que ceux qui avaient fait l'hypothèse selon laquelle 1 Wh d'énergie chauffe un l d'eau de 1 degré ont de bonnes prévisions de température. Cette hypothèse (simpliste) peut se trouver validée aux yeux de certains élèves. Pour d'autres, l'expérience contredit cette hypothèse: "8 degrés pour 10 wattheures, c'est pas 10 !" On arrive à de conclusions du genre: "chaque wattheure, ça chauffe 1 litre d'eau de 0,8 degré; pour trouver de combien ça chauffe, je fais 0,8 fois le nombre de wattheures mais si j'ai deux fois plus d'eau, ça chauffe deux fois moins, donc de diviser par les kilos"

### Théorie

Sachant que la chaleur massique de l'eau est de 1,16 Wh/(kg·K), on peut calculer que 1 Wh apporté à un litre d'eau fait monter sa température de  $1 / 1,16 = 0,86$  °C. Pour un décilitre cette élévation est de 8,6 °C

Si, par exemple on chauffe trois décilitres d'eau en lui apportant 6 Wh, sa température monte de  $6 \cdot 8,6$  °C / 3 = 17,2 °C. La température passe par exemple de 20 °C à 37,2 °C

Formellement, on a

$$E = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad \text{d'où l'on tire } \Delta\theta = E / (m \cdot c)$$

Avec:

E pour énergie en joules [J] ou wattheures [Wh] ,

m pour masse en kilogrammes [kg],

c pour chaleur massique en joules par degré et kilogramme [J/(°C·kg)] ou en wattheures par degré et kilogramme [Wh/(°C·kg)], rigoureusement des kelvin [K] au lieu de [°C]

$\Delta\theta$  pour variation de température en degrés [°C], rigoureusement des kelvin [K] au lieu de [°C]

En réalité la température atteinte est plus basse car l'énergie apportée chauffe aussi le récipient et parce qu'une partie de cette énergie est perdue dans l'air environnant.

Il faut encore noter qu'une part de l'énergie "perdue" sert à la vaporisation de l'eau. Ce phénomène devient très important pour des températures se rapprochant de la température d'ébullition.

## Energie - puissance - température, débit

### Consigne :

Tu disposes du matériel nécessaire à chauffer de l'eau au moyen d'un thermoplongeur.

Tu dois d'abord déterminer la puissance du thermoplongeur en chauffant de l'eau dans le récipient d'essai et en utilisant le multimètre réseau ou le compteur électrique.

Quand c'est fait, demande à ton camarade ou au professeur de t'indiquer une quantité d'eau à chauffer et un temps de chauffage.

Place la quantité voulue d'eau dans le récipient de test et mesure la température de cette eau. Calcule la température qui sera atteinte par l'eau au bout du temps de chauffage qui t'est donné.

Ensuite seulement fais l'expérience dans le récipient de test pour vérifier ta prévision.

### Matériel à disposition

- thermoplongeur
- récipient quelconque avec de l'eau (récipient d'essai)
- récipient de test (isolé ou non)
- mesure de ménage ou cylindre gradué
- thermomètre
- montre avec secondes ou chronomètre
- multimètre réseau ou compteur électrique

**Energie - puissance - température, débit****CM3.04****Atelier ApEn ChMa-Approf**

<b>Phase</b>	<b>réinvestissement</b>
<b>Concepts</b>	<b>chaleur_massique puissance température</b>
<b>Sujet</b>	<b>Chaleur massique conceptualisation</b>

***Indications didactiques***

Il s'agit ici d'une situation de réinvestissement.

On peut imaginer deux variantes:

La variante qui néglige les pertes. On donne à l'élève un récipient de test thermiquement isolé ou tout au moins, on prévoit une température finale peu élevée.

La variante qui prend en compte les pertes. On donne à l'élève un récipient de test non isolé et on prévoit une température finale assez élevée.

Dans ce cas, l'élève n'a pas formellement les outils pour prévoir la température finale. On lui demande de calculer la température qui serait atteinte sans les pertes et d'estimer l'effet des pertes sur cette température finale. On peut aussi lui demander d'indiquer les modes de transfert de l'énergie perdue (conduction, convection et surtout vaporisation)



## Energie - graphique donnant la température de l'eau en fonction de l'énergie fournie

### Consigne :

Ici, tu vas chauffer de l'eau au moyen du thermoplongeur et compléter document "Je chauffe de l'eau" en plaçant les gouttes d'énergie dans les dessins et en traçant le graphique.

Utilise un récipient gradué de sorte à savoir quelle quantité d'eau tu vas prendre. Mets de l'eau froide du robinet dans le béccher de manière à recouvrir la spirale du thermoplongeur. Note la quantité que tu as mise en haut de la feuille. Mesure la température de l'eau et note-là à côté du thermomètre dans le premier dessin. Place aussi le premier point de mesure dans le graphique pour l'énergie 0 (zéro).

Place le multimètre réseau dans une prise électrique et règle-le pour qu'il indique des Wh. Branche le thermoplongeur sur le multimètre, surveille le cadran de ce dernier et débranche le thermoplongeur quand il y a 2 Wh (2 gouttes d'énergie).

Remue un peu l'eau, mesure la température atteinte par l'eau et place le 2<sup>ème</sup> point sur le graphique.

Continue ainsi de 2 Wh en 2 Wh en plaçant chaque fois un nouveau point de mesure sur le graphique jusqu'à ce que la température dépasse 80 degrés.

À la fin, compare ton ton graphique à ceux de tes camarade et commente les résultats

### Matériel à disposition

- récipient gradué (mesure de ménage)
- récipient dans lequel on chauffe l'eau
- thermoplongeur
- thermomètre
- multimètre réseau

### Document(s)

Je chauffe de l'eau

## Energie - graphique donnant la température de l'eau en fonction de l'énergie fournie CM1.04

Atelier ApEn ChMa-Approf

Phase	immersion-savoir faire- conceptualisation
Concepts	chaleur_massique mod_gouttes
Sujet	Chaleur massique conceptualisation

### ***Observations pouvant être attendues des élèves***

Il s'agit bien ici d'immersion.

On ne va pas établir de formule, mais tout juste dégager quelques enseignements de l'expérience. On est dans le "faire pour voir" et dans l'acquisition de savoir-faire (familiariser les élèves avec le matériel qui permet de chauffer de l'eau d'une manière contrôlée).

Si les élèves problématisent, on ne les empêchera pas de le faire, mais on ne le leur demandera pas.

Conceptuellement, il s'agit de faire apparaître une relation linéaire en première approximation entre l'augmentation de température et l'énergie apportée.

La quantité d'eau n'est pas fixée. Il peut être intéressant de faire travailler des groupes avec des quantités d'eau différentes allant du simple au double et de dégager le rôle de cette quantité sur la fonction obtenue en mettant en commun les résultats des divers groupes.

Pour les températures les plus élevées, la non linéarité de la relation devrait pouvoir être mise en évidence. Il s'agira d'interpréter le fléchissement de la courbe "température f(énergie)" par les pertes qui augmentent avec la température (essentiellement les pertes dues à la vaporisation).

## Énergie - transfert, conduction

### Consigne :

Les récipients contiennent les trois de l'eau bouillante.  
Lequel des trois oses-tu saisir dans les mains ?  
Avec lequel risques-tu le plus de te brûler ?  
Décris ce qui se passe avec les gouttes d'énergie.

### Matériel à disposition

- récipient en métal, récipient en verre, récipient en plastique
- eau bouillante à disposition (éventuellement thermos à grande ouverture)

## Energie - transfert, conduction

CE2.08

Atelier ApEn ChMa-Approf

Phase	conceptualisation
Concepts	chaleur_massique mod_gouttes transfert pertes 2e_principe
Sujet	Chaleur massique conceptualisation

## **Énergie - température, pertes d'énergie en 5 minutes avec une boîte de conserve**

### **Consigne :**

Place un thermomètre dans l'eau des deux boîtes. Avec le thermoplongeur, apporte 12 gouttes d'énergie à l'eau de la première boîte. Laisse refroidir 5 min. Chauffe ensuite l'eau de la seconde boîte en comptant les gouttes d'énergie jusqu'à ce que les deux thermomètres indiquent la même température. Explique ce qui s'est passé au moyen des gouttes d'énergie.

### **Matériel à disposition**

- boîte de conserve (2 identiques) contenant chacune 3 dl d'eau froide
- thermoplongeur
- thermomètre
- multimètre réseau

## Energie - température, pertes d'énergie en 5 minutes avec une boîte de conserve **EN2.49**

Atelier ApEn ChMa-Approf

Phase	conceptualisation
Concepts	chaleur_massique mod_gouttes pertes
Sujet	Chaleur massique conceptualisation

## Energie - température atteinte par de l'eau chauffée avec un thermoplongeur

### Consigne :

Au moyen d'un thermoplongeur, on chauffe de l'eau dans un récipient donné. Le thermoplongeur est branché sur un multimètre réseau (ou un compteur) capable d'indiquer l'énergie consommée.

Le défi est de prévoir la température atteinte par l'eau d'après le nombre de wattheures (Wh) mesuré avec le multimètre réseau (ou le compteur).

Fais des essais pour trouver une manière de relever le défi.

Quand tu penses être au point, demande à ton camarade de préparer un récipient avec la quantité d'eau qu'il choisit et dont la température t'est connue. Demande-lui de t'indiquer une énergie. Avec ces données, détermine la température qui sera atteinte par l'eau qui aura reçu cette énergie.

### Matériel à disposition

- récipient 400 ml (bêcher ou double bêcher avec isolant entre les verres ou thermos)
- récipient gradué ou balance de ménage
- thermomètre
- thermoplongeur
- multimètre réseau ou compteur électrique
- montre avec secondes ou chronomètre

## Energie - température atteinte par de l'eau chauffée avec un thermoplongeur

EN2.55

Atelier ApEn ChMa-Approf

Item Vous avez dit énergie 7.05

Phase conceptualisation

Concepts énergie chaleur\_massique

Sujet ou sélection BDRP SP Electricité BDRP

### Indications didactiques

Les variables mesurables intervenant dans ce problème sont l'énergie apportée, la masse de l'eau chauffée et la température de l'eau. Diverses consignes complémentaires peuvent être données aux élèves:

**Problème restreint:** Fixer la quantité d'eau ou l'énergie apportée et donner des limites pour l'autre de ces variables afin que les pertes d'énergie soient limitées.

**Problème fermé:** Limiter l'énergie à 6 Wh et exiger au moins 3 dl d'eau. Demander de ne pas chauffer deux fois de suite la même eau, mais de reprendre chaque fois de l'eau froide.

Faire utiliser un récipient isolé. Avec des pertes négligeables, une relation pourra être trouvée (tableaux de correspondance graphiques ou formules).

**Problème ouvert** visant à développer l'aptitude à la démarche scientifique: Laisser les élèves libres du choix des quantités d'eau et des énergies apportées et les guider dans une recherche plus complexe qui n'aboutira pas nécessairement à relever le défi avec précision, mais à trouver la température atteinte par l'eau avec une assez bonne approximation.

En expérimentant, les élèves constatent que ceux qui avaient fait l'hypothèse selon laquelle 1 Wh d'énergie chauffe un l d'eau de 1 degré ont de bonnes prévisions de température. Cette hypothèse (simpliste) peut se trouver validée aux yeux de certains élèves.

Pour d'autres, l'expérience contredit cette hypothèse: "8 degrés pour 10 wattheures, c'est pas 10 !"

On arrive à de conclusions du genre: "chaque wattheure, ça chauffe 1 litre d'eau de 0,8 degré; pour trouver de combien ça chauffe, je fais 0,8 fois le nombre de wattheures mais si j'ai deux fois plus d'eau, ça chauffe deux fois moins, donc de diviser par les kilos"

### Théorie

Sachant que la chaleur massique de l'eau est de 1,16 Wh/(kg·K), on peut calculer que 1 Wh apporté à un litre d'eau fait monter sa température de  $1 / 1,16 = 0,86$  °C. Pour un décilitre cette élévation est de 8,6 °C

Si, par exemple on chauffe trois décilitres d'eau en lui apportant 6 Wh, sa température monte de  $6 \cdot 8,6$  °C / 3 = 17,2 °C. La température passe par exemple de 20 °C à 37,2 °C

Formellement, on a

$$E = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad \text{d'où l'on tire } \Delta\theta = E / (m \cdot c)$$

Avec:

E pour énergie en joules [J] ou wattheures [Wh] ,

m pour masse en kilogrammes [kg],

c pour chaleur massique en joules par degré et kilogramme [J/(°C·kg)] ou en wattheures par degré et kilogramme [Wh/(°C·kg)], rigoureusement des kelvin [K] au lieu de [°C]

$\Delta\theta$  pour variation de température en degrés [°C], rigoureusement des kelvin [K] au lieu de [°C]

En réalité la température atteinte est plus basse car l'énergie apportée chauffe aussi le récipient et parce qu'une partie de cette énergie est perdue dans l'air environnant.

Il faut encore noter qu'une part de l'énergie "perdue" sert à la vaporisation de l'eau. Ce phénomène devient très important pour des températures se rapprochant de la température d'ébullition.



**Énergie - lien entre température, masse d'eau et énergie, avec pertes****Consigne :**

Ici, l'enjeu est d'être capable de savoir à l'avance quelle sera la température atteinte par l'eau que tu chaufferas au moyen du thermoplongeur.

Tu dois trouver cette température pour n'importe quel temps de chauffage qui te sera donné et pour n'importe quelle quantité d'eau qui te sera donnée.

La température de départ sera celle de l'eau du robinet.

**Matériel à disposition**

- thermoplongeur
- récipient non isolé rempli d'eau (grosse boîte de conserve év. peinte en noir)
- mesure de ménage ou cylindre gradué
- thermomètre
- montre avec secondes ou chronomètre
- compteur électrique ou multimètre réseau

**Energie - lien entre température, masse d'eau et énergie, avec pertes** PU2.03**Atelier ApEn ChMa-Approf**

<b>Phase</b>	<b>conceptualisation</b>
<b>Concepts</b>	<b>chaleur_massique</b>
<b>Sujet</b>	<b>Chaleur massique conceptualisation</b>

***Indications didactiques***

Le projet est ici de faire travailler les élèves dans une situation où les pertes ne sont pas négligeables.

La relation entre la température et le temps de chauffage n'étant pas linéaire, l'élève peut avoir intérêt à travailler en établissant un graphique.

Comme il y a deux variables, la quantité d'eau et le temps, il va falloir que l'élève travaille en en fixant une qui devient la variable unique alors que l'autre prend le statut de paramètre.

**Energie - refroidissement d'une masse d'eau chaude au cours du temps****Consigne :**

Le récipient contient de l'eau chaude dont on connaît la masse et la température. On mesurera la température de l'eau au bout d'un quart d'heure puis encore une fois un quart d'heure plus tard. À ton avis, le refroidissement sera-t-il le même durant le premier quart d'heure que durant le deuxième ?  
Après expérience, quelle énergie a perdu l'eau durant le premier puis le deuxième quart d'heure.

**Matériel à disposition**

- récipient contenant de l'eau
- thermomètre

## Energie - refroidissement d'une masse d'eau chaude au cours du temps

EN2.07

Atelier ApEn ChMa-Approf

Phase	conceptualisation
Concepts	
Sujet	Chaleur massique conceptualisation

## Energie - puissance - température, débit

### Consigne :

Tu disposes du matériel nécessaire à chauffer de l'eau au moyen d'un thermoplongeur.

Tu dois d'abord déterminer la puissance du thermoplongeur en chauffant de l'eau dans le récipient d'essai et en utilisant le multimètre réseau ou le compteur électrique.

Quand c'est fait, demande à ton camarade ou au professeur de t'indiquer une quantité d'eau à chauffer et un temps de chauffage.

Place la quantité voulue d'eau dans le récipient de test et mesure la température de cette eau. Calcule la température qui sera atteinte par l'eau au bout du temps de chauffage qui t'est donné.

Ensuite seulement fais l'expérience dans le récipient de test pour vérifier ta prévision.

### Matériel à disposition

- thermoplongeur
- récipient quelconque avec de l'eau (récipient d'essai)
- récipient de test (isolé ou non)
- mesure de ménage ou cylindre gradué
- thermomètre
- montre avec secondes ou chronomètre
- multimètre réseau ou compteur électrique

**Energie - puissance - température, débit****CM3.04****Atelier ApEn ChMa-Approf****Phase réinvestissement****Concepts chaleur\_massique puissance température****Sujet ou sélection BDRP SP Electricité BDRP*****Indications didactiques***

Il s'agit ici d'une situation de réinvestissement.

On peut imaginer deux variantes:

La variante qui néglige les pertes. On donne à l'élève un récipient de test thermiquement isolé ou tout au moins, on prévoit une température finale peu élevée.

La variante qui prend en compte les pertes. On donne à l'élève un récipient de test non isolé et on prévoit une température finale assez élevée.

Dans ce cas, l'élève n'a pas formellement les outils pour prévoir la température finale. On lui demande de calculer la température qui serait atteinte sans les pertes et d'estimer l'effet des pertes sur cette température finale. On peut aussi lui demander d'indiquer les modes de transfert de l'énergie perdue (conduction, convection et surtout vaporisation)

## Énergie - température, eau, mélange

### Consigne :

Prévoir, en utilisant le modèle des gouttes d'énergie, la température que l'on obtiendra en mélangeant une certaine quantité d'eau chaude à une même quantité d'eau froide.

(Cette quantité et ces températures pourront être n'importe lesquelles)

### Matériel à disposition

- récipients
- eau froide, eau chaude
- mesures (récipients gradués)
- thermomètres

## Energie - température, eau, mélange

CM2.02

Atelier ApEn ChMa-Approf

Phase	conceptualisation
Concepts	chaleur_massique mod_gouttes temperature 2e_principe
Sujet	Chaleur massique conceptualisation OSMEP



**Energie - échange entre deux masses d'eau 10 Wh****Consigne :**

Au départ, les deux récipients, qui contiennent chacun 1/2 l d'eau, sont à la même température. Au moyen du thermoplongeur, chauffe l'eau d'un des deux récipients en lui apportant une énergie de 10 Wh = 36 kJ. Prévois la température que tu obtiendras lorsque tu auras mélangé l'eau chauffée à l'eau restée froide. Vérifie. Recommence en mélangeant 1/4 l d'eau froide et un demi-litre d'eau chauffée avec 10 Wh.

**Matériel à disposition**

- récipients d'eau
- récipient gradué
- compteur électrique ou multimètre réseau
- thermomètre

## Energie - échange entre deux masses d'eau 10 Wh

CM2.03

Atelier ApEn ChMa-Approf

Phase	conceptualisation
Concepts	chaleur_massique température
Sujet	Chaleur massique conceptualisation OSMEP

### *Indications didactiques*

#### **Consignes supplémentaires**

Suivre le mode d'emploi du compteur ou du multimètre réseau !

Observer les consignes de sécurité du themoplongeur !

Remuer l'eau avant de mesurer la température !

Ne pas sortir le thermomètre de l'eau pendant la lecture !

## Énergie - température, eau, mélange

### Consigne :

Prévoir la température que l'on obtiendra en mélangeant une certaine quantité d'eau chaude à une autre quantité d'eau froide.

Les quantités peuvent varier entre 1 dl et 1l.

Les températures peuvent varier entre 20 degrés et 80 degrés

### Matériel à disposition

- récipients
- eau froide, eau chaude
- mesures (récipients gradués)
- thermoplongeur ou bouilloire
- thermomètres

## Energie - température, eau, mélange

CM2.05

Atelier ApEn ChMa-Approf

Phase	conceptualisation
Concepts	chaleur_massique température
Sujet	Chaleur massique conceptualisation OSMEP

## Énergie - température d'un mélange, eau

### Consigne :

Prévois, en utilisant le modèle des gouttes d'énergie, la température que tu obtiendras en mélangeant deux décilitres d'eau chaude à trois décilitres d'eau froide. Les températures seront données par le professeur.

### Matériel à disposition

- récipient de 2,5 à 3 dl type bécher (2)
- récipient de plus de 5 dl type bécher (1)
- eau froide, eau chaude
- mesures (récipients gradués)
- thermomètres

## Energie - température d'un mélange, eau

CM3.03

Atelier ApEn ChMa-Approf

Phase	réinvestissement
Concepts	chaleur_massique mod_gouttes équilibre
Sujet	Chaleur massique conceptualisation OSMEP

## Energie - effet de la capacité calorifique du récipient sur la température atteinte

### Consigne :

Tu dois chauffer le plus possible 3 dl d'eau avec 9 gouttes d'énergie de 1 Wh. Fais une hypothèse quant au récipient qui te semble le mieux approprié. Mets l'eau dans ce récipient et relève sa température. Avec le thermoplongeur et en utilisant le multimètre réseau, apporte les 9 gouttes d'énergie.

Après le chauffage, remue l'eau et prends sa température. Vérifie ton hypothèse en recommençant l'expérience avec les autres récipients.

### Matériel à disposition

- récipients de capacités calorifiques nettement différentes
- eau et récipient gradué ou balance
- thermoplongeur
- thermomètre
- multimètre réseau

## Energie - effet de la capacité calorifique du récipient sur la température atteinte

EN2.39

Atelier ApEn ChMa-Approf

Phase	conceptualisation
Concepts	chaleur_massique mod_gouttes pertes 2e_principe
Sujet	Chaleur massique conceptualisation OSMEP



## Energie - conduction et transfert par bain-marie

### Consigne :

Ton projet est de chauffer du lait le plus vite possible par un bain-marie.

Choisis le récipient qui te semble le plus adapté parmi ceux qui te sont proposés et remplis-le de lait au 3/4.

Relève la température de l'eau bouillante et du lait. Plonge le récipient de lait dans l'eau bouillante en même temps que tu enclenches le chronomètre. Relève les températures au bout de 1 min. et au bout de 5 min.

Vérifie ensuite que tu avais choisi le bon récipient en recommençant l'expérience avec la même quantité de lait placée dans les autres récipients.

### Matériel à disposition

- récipients (3) en métal, en verre, en plastique mêmes formes pour bain-marie
- eau bouillante à disposition (éventuellement thermos à grande ouverture)
- thermomètres (2)

## Energie - conduction et transfert par bain-marie

CM3.01

Atelier ApEn ChMa-Approf

Phase réinvestissement

Concepts chaleur\_massique transfert température

Sujet Chaleur massique conceptualisation OSMEP

**Energie - température de l'eau chauffée par du fer (masses égales)****Consigne :**

Pèse le morceau de fer à disposition. Chauffe-le dans de l'eau portée à ébullition au moyen du thermoplongeur. Pendant ce temps, prépare dans un récipient une masse d'eau froide égale à la masse de fer.

Prévois ce qui va se passer lorsque tu plongeras le fer chaud dans l'eau froide:

1. au bout de combien de temps la température se sera stabilisée (le fer et l'eau auront la même température)
2. Quelle sera la température d'équilibre (une fois stabilisée)  
Sera-t-elle...
  - plus basse que la moyenne des températures du fer et de l'eau,
  - plus élevée que cette moyenne,
  - égale à cette moyenne ?

Fais l'expérience pour vérifier tes prévisions - Que se passe-t-il ?

Essaye de trouver un moyen de calculer la température d'équilibre en connaissant la température de l'eau (celle du fer demeurant 98°C).

Fais des essais pour valider ta manière de calculer.

**Matériel à disposition**

- récipients, eau, morceaux de fer suspendus à des fils
- mesure (cylindre gradué), balance
- thermoplongeur
- thermomètre(s)

**Energie - température de l'eau chauffée par du fer (masses égales)****CM2.06****Atelier ApEn ChMa-Approf**

<b>Phase</b>	<b>conceptualisation</b>
<b>Concepts</b>	<b>chaleur_massique température</b>
<b>Sujet</b>	<b>Chaleur massique conceptualisation OSMEP</b>

**Indications didactiques**

Généralement, les élèves sont surpris.

beaucoup pensent que la température d'équilibre sera plus proche de celle du fer que de celle de l'eau. C'est que dans la vie quotidienne, on risque de se brûler avec du fer chaud.

Paradoxalement, le fait que fer est facile à chauffer induit l'idée qu'il se "remplit" de beaucoup d'énergie et qu'il va donc beaucoup chauffer l'eau.

Le concept visé ici est celui de chaleur massique. La chaleur massique du fer étant à peu près dix fois plus petite que elle de l'eau, la température d'équilibre sera environ 10 fois plus proche de celle qu'avait l'eau avant l'immersion que des 98°C du fer.

Cette expérience permet de souligner le fait que l'eau liquide est le corps dont la chaleur massique est la plus élevée, ce qui en fait, à l'échelle de la planète, un énorme volant d'inertie thermique (eau des océans et de lacs) et, techniquement, le meilleur liquide caloporteur qui soit.

Pour la prévision, on attend de l'élève qu'il affecte la masse de fer ou celle de l'eau d'un coefficient pour trouver la température d'équilibre. Qu'il dise par exemple que "le fer compte dix fois moins que l'eau". Ainsi, si l'eau froide est à 18°C, l'écart entre les températures du fer et de l'eau est de 80°C et la température ne va monter que du dixième de cet écart soit à 18°C + 8°C = 26°C.

Pour être plus précis: la température finale est 10 fois plus proche de la température de l'eau qu'elle

**Théorie**

Lorsque de la matière devient plus chaude, c'est qu'elle stocke de l'énergie thermique.

Lorsque la matière se refroidit, c'est qu'elle perd de l'énergie thermique. Certains matériaux ont besoin de peu d'énergie pour s'échauffer (les métaux en général), d'autres ont besoin de beaucoup d'énergie (les liquides en général et spécialement l'eau).

L'énergie qu'il faut pour chauffer un kilogramme d'une matière de 1 degré est appelée chaleur massique de cette matière.

Elle s'exprime en wattheures par kilogramme et degrés Wh/(kg·°C) ou en joules par kilogrammes et degrés J/(kg·°C). En physique, on utilise le kelvin (K) au lieu du °C

Formellement, on a:

$$E = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

Avec:

E pour énergie en joules [J] ou wattheures [Wh] ,

m pour masse en kilogrammes [kg],

c pour chaleur massique en joules par degré et kilogramme [J/(°C·kg)] ou en wattheures par degré et kilogramme [Wh/(°C·kg)], Rigoureusement kelvin [K] au lieu de [°C]

$\Delta\theta$  pour variation de température en degrés [°C]. Rigoureusement kelvin [K] au lieu de [°C]

**Energie - température de l'eau chauffée par du fer (masses différentes)****Consigne :**

Pèse le morceau de fer à disposition. Chauffe-le dans de l'eau portée à ébullition au moyen du thermoplongeur. Pendant ce temps, prépare dans un récipient une masse d'eau froide égale **à la moitié** de la masse de fer.

Prévois ce qui va se passer lorsque tu plongeras le fer chaud dans l'eau froide. Essaie de trouver un moyen de déterminer la température d'équilibre. Fais des essais pour valider ta méthode.

*Pour aller plus loin:*

Essaie de généraliser la méthode pour n'importe quelles masses de fer et d'eau, pourvu que l'on puisse immerger le fer dans l'eau. Fais des essais pour valider ta méthode.

**Matériel à disposition**

- récipients, eau, morceau de fer suspendus à des fils
- mesure (cylindre gradué), balance
- thermoplongeur
- thermomètre(s)

**Energie - température de l'eau chauffée par du fer (masses différentes)****CM2.07****Atelier ApEn ChMa-Approf**

<b>Phase</b>	<b>conceptualisation</b>
<b>Concepts</b>	<b>chaleur_massique température</b>
<b>Sujet</b>	<b>Chaleur massique conceptualisation OSMEP</b>

**Indications didactiques**

Pour la prévision, on attend de l'élève qu'il affecte la masse de fer ou celle de l'eau d'un coefficient pour trouver la température d'équilibre. Qu'il dise par exemple que "le fer compte dix fois moins que l'eau". Ainsi, la température finale est 10 fois plus proche de la température de l'eau qu'elle ne l'est de celle du fer. Il faut donc diviser l'intervalle de 80 degrés en 11 et la température finale est de  $18^\circ\text{C} + 80/11^\circ\text{C} = 25.27^\circ\text{C}$ . C'est la valeur théorique pour une chaleur massique du fer 10 fois plus petite que celle de l'eau.

Si, maintenant, la masse d'eau est deux fois plus petite, elle recevra du fer, proportionnellement deux fois plus d'énergie, le point d'équilibre sera déplacé du côté de la température du fer.

Pour chaque unité d'énergie échangée, la température du corps chaud descend 10 fois plus que ne monte celle du corps froid (chaleur massique dans un rapport 10), mais en même temps deux fois moins (masses dans un rapport 2). En bilan, la température du corps chaud descend 5 fois moins que ne monte celle du corps froid. Pour trouver la température d'équilibre, il faut donc diviser par 6 l'intervalle de  $80^\circ\text{C}$  et ajouter ce sixième de  $80^\circ\text{C}$  à  $18^\circ\text{C}$ .

La température finale théorique est alors de  $18^\circ\text{C} + 80^\circ\text{C} / 6 = 31.3^\circ\text{C}$

**Remarque importante:** Selon son projet pédagogique, on peut renoncer à tout aspect de calcul et à

**Théorie**

Formellement on a l'égalité de l'énergie perdue par un corps qui se refroidit (indice 1 dans la formule) et l'énergie gagnée par un corps qui se réchauffe (indice 2 dans la formule):

$$E_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot (\theta_1 - \theta_{\text{équilibre}}) = E_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot (\theta_{\text{équilibre}} - \theta_2)$$

(les écarts de températures sont positifs)

Avec:

E pour l'énergie en joules [J] ou wattheures [Wh] ,

m pour la masse des corps en kilogrammes [kg],

c pour chaleur massique des corps en joules par degré et kilogramme [J/(°C·kg)] ou en wattheures par degré et kilogramme [Wh/(°C·kg)],  
Rigoureusement kelvin [K] au lieu de [°C]

$\theta$  pour les températures

On tire cette équation de la formule des énergies échangées :

$$\theta_{\text{équilibre}} = (m_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2) / (m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2)$$

## Energie - température d'équilibre d'après la masse de fer

### Consigne :

On place durant deux minutes un objet en fer dans un récipient contenant de l'eau en ébullition puis on transfère ce morceau de fer dans un récipient d'eau froide. La température de cette eau s'élève de quelques degrés.

L'enjeu est de connaître la masse de fer d'après cette élévation de température

### Matériel à disposition

- récipients genre boîte de conserve ou bécher (3) (au moins 1 bécher 0,4 dl min)
- eau bouillante
- morceaux de fer avec de quoi les déplacer d'un récipient à l'autre
- balance
- thermoplongeur pour obtenir l'eau bouillante
- thermomètres

## Energie - température d'équilibre d'après la masse de fer

CM2.09

Atelier ApEn ChMa-Approf

Phase	conceptualisation
Concepts	chaleur_massique température
Sujet	Chaleur massique conceptualisation OSMEP



## Énergie - chaleur massique de l'eau et de l'alcool

### Consigne :

Un des récipients bouchés contient de l'eau et l'autre de l'alcool.  
Trouver lequel contient l'alcool en les tenant dans les mains et en les agitant légèrement si nécessaire.

### Matériel à disposition

- deux récipients fermés en alu contenant l'un de l'eau et l'autre de l'alcool

## Energie - chaleur massique de l'eau et de l'alcool

CM3.02

Atelier ApEn ChMa-Approf

Phase	réinvestissement QUAL
Concepts	chaleur_massique température
Sujet	Chaleur massique conceptualisation OSMEP

Atelier sur le thème **A**pproche de l'**É**nergie (ApEn)

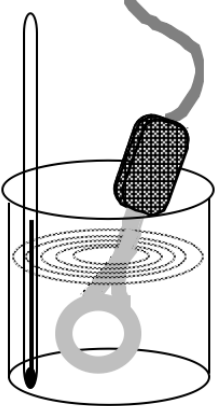
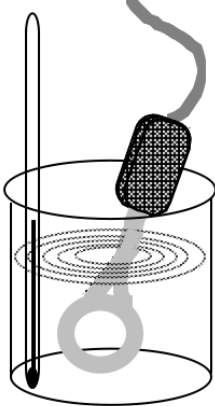
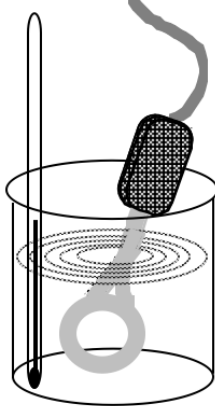
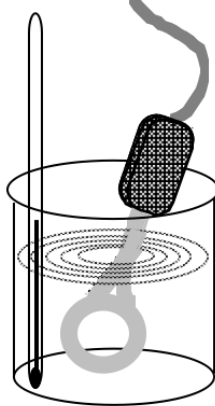
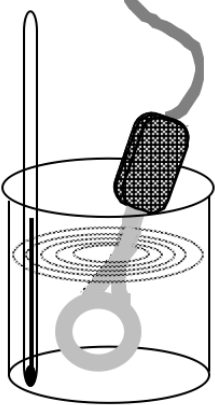
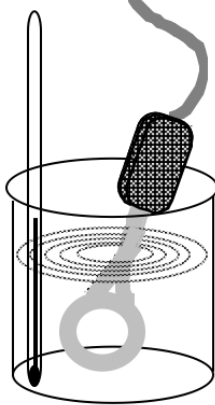
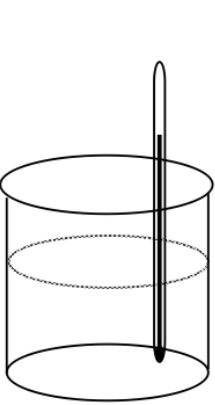
Pages suivantes :

# Documents d'accompagnement

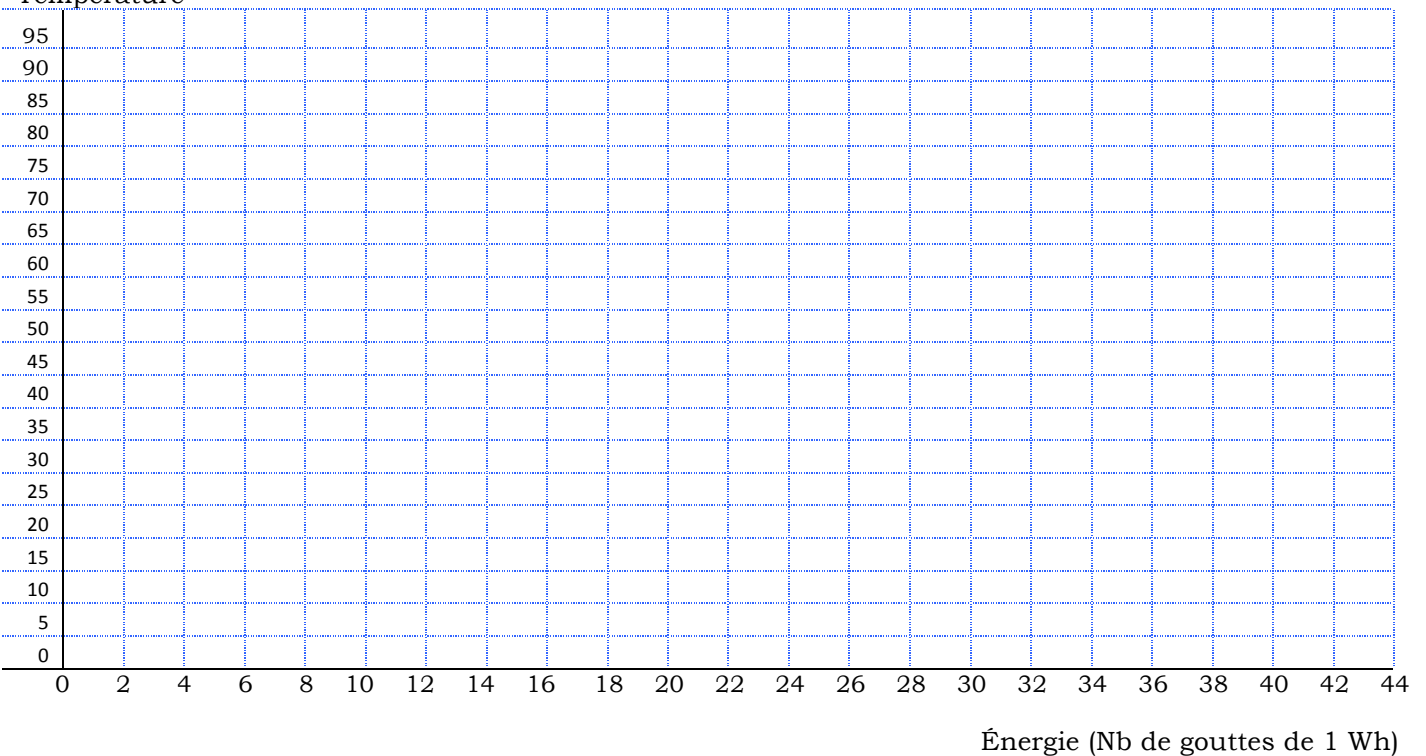
# Je chauffe de l'eau

## Situation-problème CM1.04 – Atelier 9 ChMa Intro

Quantité d'eau : ..... g (entre 250 et 1'000 g)

 <p>Avant de chauffer l'eau</p>	 <p>Après avoir apporté 2 gouttes d'énergie</p>	 <p>Après avoir apporté 4 gouttes d'énergie</p>	 <p>Après avoir apporté 6 gouttes d'énergie</p>
 <p>Après avoir apporté 8 gouttes d'énergie</p>	<p style="text-align: center;">. . .</p> <p>Et ainsi de suite jusqu'à ce que l'eau arrive à ébullition ou jusqu'à ce que le thermoplongeur ait utilisé 44 gouttes de 1 Wh</p>	 <p>Après avoir apporté ... gouttes d'énergie</p>	 <p>À la fin (température maximum atteinte)</p>

Température



Énergie (Nb de gouttes de 1 Wh)

## Le fer chaud contient-il plus ou moins d'énergie que l'eau chaude ?

Lorsqu'on mélange par exemple 200 g d'eau chaude à 200 g d'eau froide, la température du mélange est égale à la moyenne des deux températures. Cela est d'ailleurs vrai pour toute quantité pourvu que ce soit deux fois la même (bien sûr, on néglige les pertes d'énergie qui peuvent se produire lors de l'opération de mélange).

### Situation-problème (CM 2.06)

Prends un morceau de fer pèse-le et plonge-le un moment dans de l'eau bouillante pour que sa température monte à environ 98 °C.

Pendant ce temps, tu prépares une quantité d'eau froide de même masse que le fer.

Prévois ce qui va se passer lorsque tu plongeras d'un coup le fer chaud dans l'eau froide:

1. au bout de combien de temps la température se sera stabilisée (le fer et l'eau auront la même température)
2. Quelle sera la température d'équilibre (une fois stabilisée)  
Sera-t-elle

- plus basse que la moyenne des températures du fer et de l'eau,
- plus élevée que cette moyenne,
- égale à cette moyenne ?

Fais l'expérience pour vérifier tes prévisions

Que se passe-t-il ?

Essaye de trouver un moyen de déterminer la température d'équilibre en connaissant la température de l'eau (celle du fer demeurant 98°C).

Fais des essais pour valider ta méthode.

#### Matériel

- récipients, eau, morceau de fer suspendus à des fils
- mesure (cylindre gradué), balance
- thermoplongeur
- thermomètre(s)

### Situation-problème (CM 2.07)

On fait la même expérience, mais avec une **masse d'eau deux fois plus petite** que la masse de fer.

Prévois ce qui va se passer lorsque tu plongeras le fer chaud dans l'eau froide. Essaie de trouver un moyen de trouver la température d'équilibre.

Fais des essais pour valider ta méthode.

#### **Pour aller plus loin :**

Essaye de généraliser la méthode pour n'importe quelles masses de fer et d'eau, pourvu que l'on puisse immerger le fer dans l'eau.

Fais des essais pour valider ta méthode.

Matériel : comme ci-dessus

## Température de l'eau chauffée par du fer (masses égales) CM2.06

### Indications didactiques

Généralement, les élèves sont surpris.

Beaucoup pensent que la température d'équilibre sera plus proche de celle du fer que de celle de l'eau. C'est que dans la vie quotidienne, on risque de se brûler avec du fer chaud.

Paradoxalement, le fait que fer est facile à chauffer induit l'idée qu'il se "remplit" de beaucoup d'énergie et qu'il va donc beaucoup chauffer l'eau.

Le concept visé ici est celui de chaleur massique. La chaleur massique du fer étant à peu près dix fois plus petite que celle de l'eau, la température d'équilibre sera environ 10 fois plus proche de celle qu'avait l'eau avant l'immersion que des 98°C du fer.

Cette expérience permet de souligner le fait que l'eau liquide est le corps dont la chaleur massique est la plus élevée, ce qui en fait à l'échelle de la planète un énorme volant d'inertie thermique (eau des océans et de lacs) et, techniquement, le meilleur liquide caloporteur qui soit.

Pour la prévision, on attend de l'élève qu'il affecte la masse de fer ou celle de l'eau d'un coefficient pour trouver la température d'équilibre. Qu'il dise par exemple que "le fer compte dix fois moins que l'eau". Ainsi, si l'eau froide est à 18°C, l'écart entre les températures du fer et de l'eau est de 80°C et la température ne va monter que du dixième de cet écart soit à 18°C + 8°C = 26°C.

Pour être plus précis: la température finale est 10 fois plus proche de la température de l'eau qu'elle ne l'est de celle du fer. Il faut donc diviser l'intervalle de 80 degrés **en 11 parts** et la température finale est de 18°C + 80°C / 11 = 25.27°C. C'est la valeur théorique pour une chaleur massique du fer 10 fois plus petite que celle de l'eau. En réalité, elle est 9,5 fois plus petite, ce qui donne une température finale de 25,6°C

### Théorie

Lorsque de la matière devient plus chaude, c'est qu'elle stocke de l'énergie thermique. Lorsque la matière se refroidit, c'est qu'elle perd de l'énergie thermique. Certains matériaux ont besoin de peu d'énergie pour s'échauffer (les métaux en général), d'autres ont besoin de beaucoup d'énergie (les liquides en général et spécialement l'eau).

L'énergie qu'il faut pour chauffer un kilogramme d'une matière de 1 degré est appelée chaleur massique de cette matière.

Elle s'exprime en wattheures par kilogramme et degrés Wh/(kg•°C) ou en joules par kilogrammes et degrés J/(kg•°C). En physique, on utilise le kelvin (K) au lieu du °C

Formellement, on a :

$$E = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

Avec:

E pour énergie en joules [J] ou wattheures [Wh],

m pour masse en kilogrammes [kg],

c pour chaleur massique en joules par degré et kilogramme [J/(°C•kg)] ou en wattheures par degré et kilogramme [Wh/(°C•kg)], Rigoureusement kelvin [K] au lieu de [°C]

$\Delta\theta$  pour variation de température en degrés [°C]. Rigoureusement kelvin [K] au lieu de [°C]

## Température de l'eau chauffée par du fer (masses différentes) CM2.07

### Indications didactiques

Pour la prévision, on attend de l'élève qu'il affecte la masse de fer ou celle de l'eau d'un coefficient pour trouver la température d'équilibre. Qu'il dise par exemple que "le fer compte dix fois moins que l'eau". Ainsi, la température finale est 10 fois plus proche de la température de l'eau qu'elle ne l'est de celle du fer. Il faut donc diviser l'intervalle de 80 degrés en 11 et la température finale est de  $18^{\circ}\text{C} + 80/11^{\circ}\text{C} = 25.27^{\circ}\text{C}$ . C'est la valeur théorique pour une chaleur massique du fer 10 fois plus petite que celle de l'eau.

Si, maintenant, la masse d'eau est deux fois plus petite, elle recevra du fer, proportionnellement deux fois plus d'énergie, le point d'équilibre sera déplacé du côté de la température du fer.

Pour chaque unité d'énergie échangée, la température du corps chaud descend 10 fois plus que ne monte celle du corps froid (chaleur massique dans un rapport 10), mais en même temps deux fois moins (masses dans un rapport 2). En bilan, la température du corps chaud descend 5 fois moins que ne monte celle du corps froid. Pour trouver la température d'équilibre, il faut donc diviser par 6 l'intervalle de  $80^{\circ}\text{C}$  et ajouter ce sixième de  $80^{\circ}\text{C}$  à  $18^{\circ}\text{C}$ .

La température finale théorique est alors de  $18^{\circ}\text{C} + 80^{\circ}\text{C} / 6 = 31.3^{\circ}\text{C}$

**Remarque importante :** Selon son projet pédagogique, on peut renoncer à tout aspect de calcul et à l'usage de formules. On peut demander aux élèves de jouer à deviner des températures d'équilibre et de vérifier leurs hypothèses en utilisant un tableur qui fait le calcul et qui reste une boîte noire.

### Théorie

Formellement on a l'égalité de l'énergie perdue par un corps qui se refroidit (indice 1 dans la formule) et l'énergie gagnée par un corps qui se réchauffe (indice 2 dans la formule) :

$$E_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot (\theta_1 - \theta_{\text{équilibre}}) = E_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot (\theta_{\text{équilibre}} - \theta_2)$$

(les écarts de températures sont positifs)

Avec:

- E pour l'énergie en joules [J] ou wattheures [Wh],
- m pour la masse des corps en kilogrammes [kg],
- c pour chaleur massique des corps en joules par degré et kilogramme [J/( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg}$ )] ou en wattheures par degré et kilogramme [Wh/( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg}$ )],  
Rigoureusement kelvin [K] au lieu de [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $\theta$  pour les températures

On tire cette équation de la formule des énergies échangées :

$$\theta_{\text{équilibre}} = (m_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2) / (m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2)$$

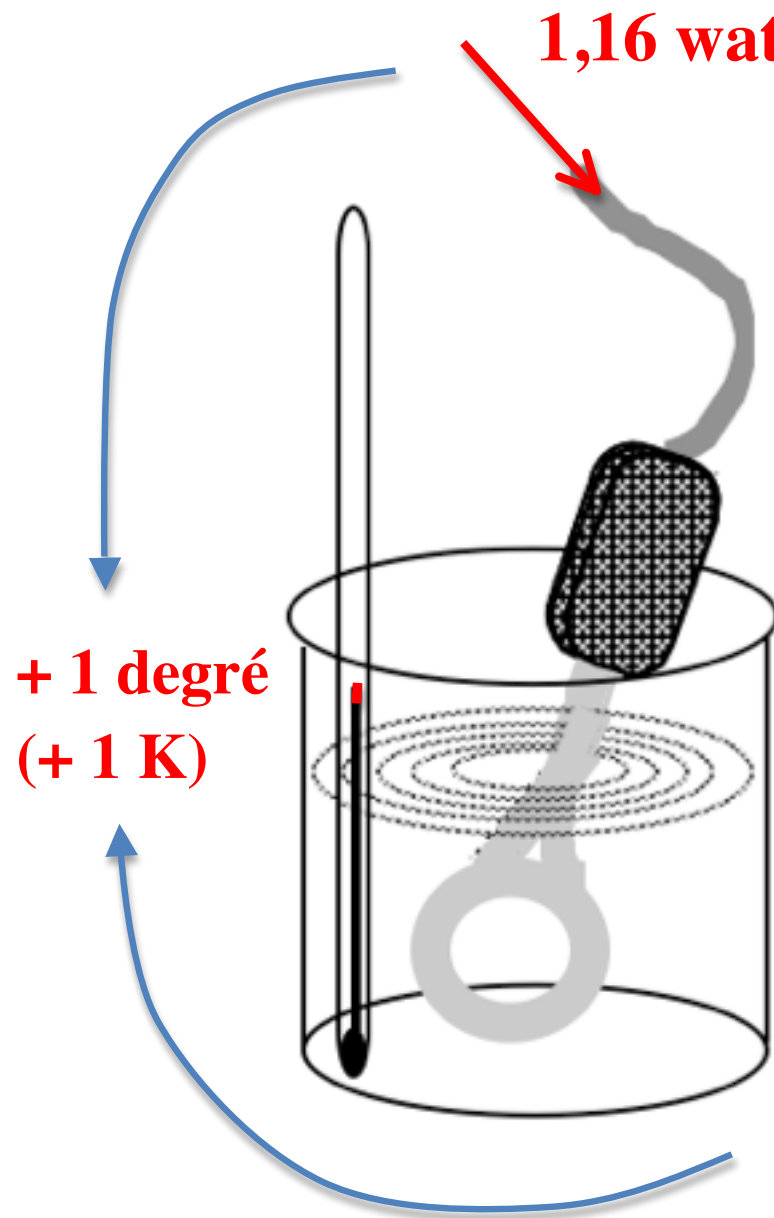
## Énergie et température de l'eau

Savoir utiliser :

**1 wattheure** chauffe **1 kg (1 litre)** d'eau  
de **0,861 degré (kelvin)**

Pour chauffer **1 kg (1 litre)** d'eau  
de **1 degré (1 K)**, il faut **1,16 wattheures**  
ou **4,18 kilojoules**





**1,16 wattheures [ Wh ] = 4,18 kilojoules [ kJ ]**

Pour **porter à ébullition** ( $98^{\circ}\text{C}$ )  
**1 litre d'eau** pris à la  
température de  $18^{\circ}\text{C}$ , il faut la  
chauffer de  $80^{\circ}\text{C}$  ( $80\text{ K}$ ).  
Pour cela, il faut lui apporter une  
énergie de

$$80 \times 1,16 \text{ Wh} = \mathbf{128 \text{ Wh}}$$

**1 kg (1 litre) d'eau**

Atelier sur le thème **A**pproche de l'**É**nergie (ApEn)

Pages suivantes :

# Questionnaire à choix multiple de réponses (QCM)

Tu peux ajouter des réponses qui te conviennent mieux sur les lignes blanches

**42**  
EN 15 Je dispose de deux réchauds électriques identiques. Sur chacun d'eux, je place une même casserole contenant la même quantité d'eau à la même température. Je ne mets pas le bouton de réglage des deux réchauds sur la même position. Je chauffe l'eau jusqu'à ébullition et je coupe le chauffage. Avec le premier réchaud, l'eau arrive plus vite à ébullition qu'avec le second.

- Je dirais du premier réchaud...
- que pour chauffer l'eau jusqu'à l'ébullition, il consomme plus d'énergie que le second car il est plus puissant et il y a plus de pertes
  - que pour chauffer l'eau jusqu'à l'ébullition, il consomme moins d'énergie que le second car le temps de chauffe étant plus petit, il y a moins de pertes
  - que pour chauffer l'eau jusqu'à l'ébullition, il consomme plus d'énergie que le second par le fait qu'il est plus puissant
  - que pour chauffer l'eau jusqu'à l'ébullition, il consomme la même énergie que le second car on chauffe deux fois la même quantité d'eau prise à la même température
  -
- Energie électrique puissance

**43**  
EN 19 Dans un bécher, on place 400 g d'eau. Dans un bécher semblable, on place 400 g d'huile. On introduit un thermoplongeur dans chacun des deux récipients. On branche ces thermoplongeurs et on apporte une même énergie de 10 kJ à l'eau et à l'huile.

- On constate que...
- l'eau a chauffé plus que l'huile
  - l'eau et l'huile on chauffé du même nombre de degrés
  - l'huile a chauffé plus que l'eau
  - selon le type de thermoplongeur utilisé, ce peut être l'huile ou l'eau qui chauffe le plus
  -
- Chaleur massique

**44**  
EN 20 On lit dans les tables numériques que la chaleur massique du fer est de 440 J/kgK ou 0,44 kJ/kgK. Dans cette expression, K est l'unité de température que les scientifiques utilisent à la place des °C.

- Cela signifie...
- que pour faire fondre 1 kg de fer, il faut 440 J
  - que pour chauffer 1 kg de fer de 0 à 100 degrés, il faut 440 J
  - que si on retire 440 J à un kg de fer, il se réchauffe de 1 degré
  - que si on retire 440 J à un kg de fer, il se refroidit de 1 degré
  -
- Chaleur massique

**45**  
EN 21 On prend deux béchers identiques contenant chacun 200 g d'eau froide (même température dans les deux). Dans un troisième récipient, on fait bouillir 200 g d'eau et on y met tremper un morceau de 200 g de fer suspendu à un fil. Quand le fer est aussi chaud que l'eau bouillante, on l'introduit dans le premier bécher d'eau froide puis on verse les 200 g d'eau bouillante dans le second bécher. Dans les deux béchers, l'eau froide se réchauffe.

- On constate que l'eau qui a reçu le fer...
- a chauffé plus que l'eau qui a reçu l'eau bouillante
  - a chauffé du même nombre de degrés que l'eau qui a reçu l'eau bouillante
  - a chauffé moins que l'eau qui a reçu l'eau bouillante
  - peut avoir chauffé plus ou moins que l'eau les volumes des récipients
  -
- Chaleur massique

Tu peux ajouter des réponses qui te conviennent mieux sur les lignes blanches

**46**  
EN 22 Dans un récipient, on place 200 g d'eau. Dans un même récipient, on place 200 g d'alcool. Dans un troisième récipient, on fait bouillir de l'eau et on y met tremper deux morceaux de fer identiques. Quand les morceaux de fer sont chauds, on les plonge l'un dans l'eau et l'autre dans l'alcool, ce qui réchauffe ces deux liquides.

On constate que...

- l'alcool chauffe plus que l'eau
- l'eau chauffe plus que l'alcool
- l'eau et l'alcool chauffent du même nombre de degrés
- le fer se refroidit plus dans l'alcool que dans l'eau
- le fer se refroidit plus dans l'eau que dans l'alcool

Chaleur massique

**47**  
EN 41 Imaginons que l'on chauffe 3 dl d'eau avec un thermoplongeur pendant 2 minutes puis que l'on chauffe, pendant le même temps, avec le même thermoplongeur, 3 dl d'huile

En comparant le nombre de degrés d'élévation de température de l'huile à celui de l'eau, on pourrait constater que...

- l'eau a chauffé plus que l'huile
- l'eau a chauffé pratiquement la même chose que l'huile
- l'eau a chauffé moins que l'huile
- l'eau a pu chauffer plus que l'huile ou moins que l'huile selon la masse volumique de l'huile

Chaleur massique eau et huile

**48**  
PU 5 Un thermoplongeur convient très bien pour faire bouillir quelques décilitres à un litre d'eau mais il ne convient pas pour en faire bouillir 10 litres.

C'est parce que...

- le thermoplongeur peut donner assez d'énergie pour chauffer un litre d'eau mais il ne peut pas donner une énergie dix fois plus grande
- il faut en principe 10 fois plus de puissance pour chauffer 10 litres d'eau que pour en chauffer 1 litre.
- ce serait trop long de faire bouillir 10 litres d'eau avec un thermoplongeur et peut-être impossible à cause des pertes
- plus il y a d'eau à chauffer, moins le thermoplongeur peut donner d'énergie à cette eau

Energie électrique puissance chauffage

**42** EN 15 Concepts: énergie\_puissance pertes Compétence: représentation

Je dirais du premier réchaud...

que pour chauffer l'eau jusqu'à l'ébullition, il consomme plus d'énergie que le second car il est plus puissant et il y a plus de pertes

que pour chauffer l'eau jusqu'à l'ébullition, il consomme moins d'énergie que le second car le temps de chauffe étant plus petit, il y a moins de pertes

que pour chauffer l'eau jusqu'à l'ébullition, il consomme plus d'énergie que le second par le fait qu'il est plus puissant

que pour chauffer l'eau jusqu'à l'ébullition, il consomme la même énergie que le second car on chauffe deux fois la même quantité d'eau prise à la même température

**43** EN 19 Concepts: chaleur\_massique\_matière Compétence: représentation

On constate que...

l'eau a chauffé plus que l'huile

l'eau et l'huile on chauffé du même nombre de degrés

l'huile a chauffé plus que l'eau

selon le type de thermoplongeur utilisé, ce peut être l'huile ou l'eau qui chauffe le plus

**44** EN 20 Concepts: chaleur\_massique\_matière Compétence: représentation savoir

Cela signifie...

que pour faire fondre 1 kg de fer, il faut 440 J

que pour chauffer 1 kg de fer de 0 à 100 degrés, il faut 440 J

que si on retire 440 J à un kg de fer, il se réchauffe de 1 degré

que si on retire 440 J à un kg de fer, il se refroidit de 1 degré

**45** EN 21 Concepts: chaleur\_massique\_matière Compétence: représentation

On constate que l'eau qui a reçu le fer...

a chauffé plus que l'eau qui a reçu l'eau bouillante

a chauffé du même nombre de degrés que l'eau qui a reçu l'eau bouillante

a chauffé moins que l'eau qui a reçu l'eau bouillante

peut avoir chauffé plus ou moins que l'eau les volumes des récipients

**46** EN 22 Concepts: chaleur\_massique\_matière Compétence: représentation

On constate que...

l'alcool chauffe plus que l'eau

l'eau chauffe plus que l'alcool

l'eau et l'alcool chauffent du même nombre de degrés

le fer se refroidit plus dans l'alcool que dans l'eau

le fer se refroidit plus dans l'eau que dans l'alcool

**47** EN 41 Concepts: chaleur\_massique\_matière Compétence: savoir

En comparant le nombre de degrés d'élévation de température de l'huile à celui de l'eau, on pourrait constater que...

l'eau a chauffé plus que l'huile

l'eau a chauffé pratiquement la même chose que l'huile

l'eau a chauffé moins que l'huile

l'eau a pu chauffer plus que l'huile ou moins que l'huile selon la masse volumique de l'huile

48

PU 5

Concepts: énergie\_puissance pertes

Compétence: représentation

C'est parce que...

le thermoplongeur peut donner assez d'énergie pour chauffer un litre d'eau mais il ne peut pas donner une énergie dix fois plus grande

il faut en principe 10 fois plus de puissance pour chauffer 10 litres d'eau que pour en chauffer 1 litre.

ce serait trop long de faire bouillir 10 litres d'eau avec un thermoplongeur et peut-être impossible à cause des pertes

plus il y a d'eau à chauffer, moins le thermoplongeur peut donner d'énergie à cette eau