

# Énergie – puissance

## Introd

*En principe, cette introduction devrait être précédée d'une approche très globale de l'énergie réalisée par un travail sur les formes de l'énergie, les transferts et transformations, les chaînes énergétiques (il y a trois ateliers portant sur ces thématiques).*

*Il s'agit de découpler sensations thermiques et énergie pour bien encrer le fait que l'énergie n'apparaît pas spontanément.*

*Il s'agit surtout de poser les bases d'une conceptualisation de la puissance pensée comme un débit d'énergie en introduisant ce que l'on appellera le « modèle des gouttes d'énergie ».*

*Les gouttes d'énergie ont l'avantage de pouvoir être dessinées et comptées, ce qui va permettre la quantification de l'énergie (une goutte = 1 unité d'énergie, par exemple 1Wh). La puissance sera alors comprise comme une mesure du nombre de gouttes s'écoulant par unité de temps.*

*Pour asseoir ce modèle, on le matérialise : de l'eau peut symboliquement représenter de l'énergie et son transfert par écoulement d'un récipient dans un autre s'opérer avec un débit qui mesure une puissance.*

*Par la suite, on ira plus loin puisque l'analogie se fera avec de l'eau sucrée (l'énergie sera réellement celle qui est contenue dans le sucre) ou même de l'alcool à brûler (l'énergie sera réellement celle qui est contenue dans l'alcool).*

### Remarque

*L'atelier d'approfondissement (qui peut faire suite à cet atelier d'introduction) fournit un document **Énergie et puissance – Unités, exemple, ordres de grandeur, modélisation** qui donne des indications pratiques pour réaliser des montages expérimentaux permettant la modélisation de l'énergie et de la puissance selon les trois propositions de modélisation décrites ci-dessus. Il comporte des problèmes destinés à la mise en place de ces analogies.*

*Dans cet atelier :*

### Situations-problèmes

- ME 1.12 température dans une matière isolante
- CE 1.04 transfert de chaleur par conduction avec un pilulier
- ME 2.01 débit et quantité, puissance et énergie, analogies avec de l'eau
- ME 2.02 débit et quantité avec des gouttes d'eau
- EN 2.06 énergie chimique (sucre) dans de l'eau
- ME 2.03 énergie contenue dans les combustibles et les aliments

### QCM Énergie

Items Nos 8, 9, 10

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

Pages suivantes :

# Situations-problèmes

## Energie - température dans une matière isolante

### Consigne :

Ici, on a trois thermomètres. Le premier est simplement posé sur la table, le deuxième est dans un lainage, le troisième est à l'intérieur d'une fourrure d'animal.

Note ci-dessous ce qu'indique le premier thermomètre. Devine ce qu'indiquent les deux autres et note-le également.

Attention: on ne sortira les thermomètres de leur habillage que lorsque tous tes camarades seront passés par ce poste !

### Matériel à disposition

- thermomètres (3) identiques
- lainage (par exemple chaussette)
- fourrure d'animal



**Energie - température dans une matière isolante****ME1.12****Atelier ApEn EnPu-Intro****Item Vous avez dit énergie 2.17****Phase immersion conceptualisation****Concepts température équilibre****Sujet Energie et puissance préconceptualisation*****Observations pouvant être attendues des élèves***

La question est classique du point de vue de la didactique des sciences. Ici, elle est formulée en situation, ce qui coupe court à certaines discussions portant sur la manière dont l'élève s'imagine une situation à partir d'une question écrite.

Généralement, pratiquement tous les élèves sont persuadés que les thermomètres "habillés" indiquent plus que le thermomètre "nu" et, généralement, c'est la fourrure d'animal qui procure le plus de chaleur au thermomètre. À ce stade, les conceptions des élèves se fondent sur la perception de chaleur éprouvée avec des habits "chauds". Cette conception n'exige pas qu'une hausse de température soit causées par une source d'énergie.

**Energie - transfert de chaleur par conduction avec un pilulier****Consigne :**

Quand tu tiens dans la main, en le serrant, un tube métallique fermé contenant de l'eau ou de l'alcool, tu réchauffes un peu l'eau.

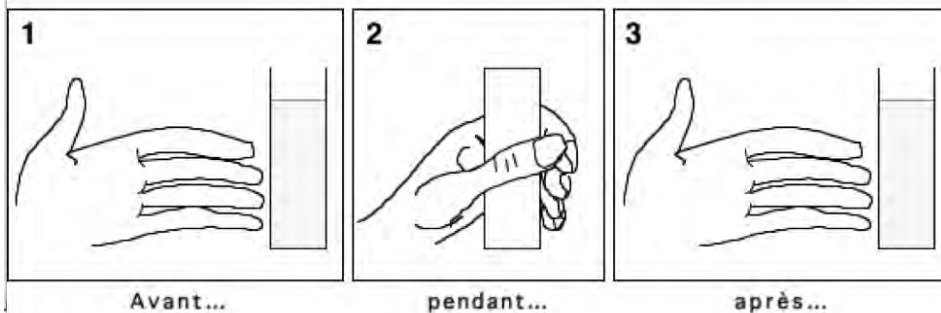
Complète les dessins en dessinant quelque chose qui évoque le transfert de chaleur de la main à l'eau contenue dans le pilulier. Ne mets pas de texte.

**Matériel à disposition**

- récipient métallique fermé contenant de l'eau ou de l'alcool, par exemple pilulier
- thermomètre

**Document(s)**

Transfert d'énergie thermique



**Energie - transfert de chaleur par conduction avec un pilulier****CE1.04****Atelier ApEn EnPu-Intro****Item Vous avez dit énergie 5.01**

<b>Phase</b>	<b>immersion conceptualisation</b>
<b>Concepts</b>	<b>énergie transfert mod_gouttes pertes métabolisme</b>
<b>Sujet</b>	<b>Energie et puissance préconceptualisation</b>

**Observations pouvant être attendues des élèves**

Pour amener les élèves à une forme codifiée de représentation de l'énergie, on leur propose de compléter des dessins qui évoquent une situation de l'atelier d'immersion: le transfert de chaleur de la main à l'eau contenue dans le pilulier. Il faut leur demander de travailler individuellement et de compléter ces dessins de manière à faire comprendre ce qui se passe sans utiliser de texte.

La mise en commun des différentes représentations conduit les élèves à formuler ce qu'ils ont compris de cette expérience. Chaque groupe est obligé d'argumenter pour défendre sa propre manière de représenter l'énergie.

Les élèves se montrent critiques face à la représentation N°2 (voir document "transfert d'énergie thermique") qui leur semble peu explicite du transfert d'énergie.

La première n'est pas critiquable en soi, mais la majorité des élèves admettent que la dernière est la plus facile à décoder.

**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).

**Note:**

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 joules par kilogrammes et degrés  $J/(kg \cdot ^\circ C)$  ou en wattheures par kilogramme et degrés Celsius  $Wh/(kg \cdot ^\circ C)$ .

Au lieu des  $^\circ C$ , on utilise le plus souvent l'unité kelvin (K). Le kelvin représente la même chose que le  $^\circ C$ , mais il s'utilise pour exprimer des températures absolues dont le zéro est à  $-273 \text{ }^\circ C$

S'agissant de différences de température, le nombre de  $^\circ C$  est le même que le nombre de K.

La chaleur massique de l'eau est de  $1,16 \text{ Wh}/(kg \cdot K)$  ou de  $4180 \text{ J}/(kg \cdot K)$

**Energie - débit et quantité, puissance et énergie, analogies avec de l'eau****Consigne :**

Tu disposes ici d'une bouteille dont le fonds est ouvert, fixée à l'envers. Un tuyau muni d'une pince de réglage du débit permet de faire s'écouler l'eau goutte à goutte dans le corps gradué d'une seringue.

Tu disposes aussi d'une montre avec affichage des secondes ou d'un chronomètre.

**Analogie**

On compare les gouttes d'eau qui sortent de la bouteille à des gouttes d'énergie qui sortent d'une prise électrique par exemple. La seringue qui reçoit l'eau pourrait être un appareil qui reçoit l'énergie, par exemple un fer à repasser. Le nombre de gouttes s'écoulant par unité de temps représente la puissance de l'appareil.

L'énergie peut se compter en joules. Un débit de 1 joule par seconde représente une puissance de 1 watt

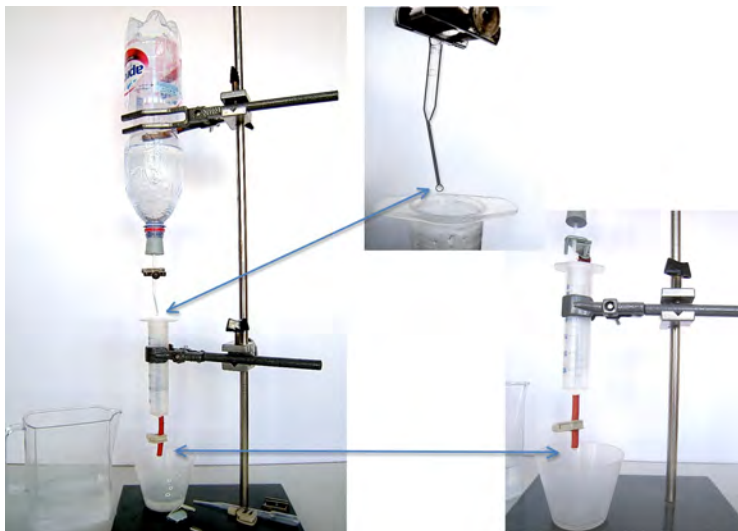
L'énergie peut se compter en wattheures. Un débit de 1 wattheure par heure représente une puissance de 1 watt également.

Complète l'analogie en expliquant ce que peut signifier le robinet plus ou moins ouvert de la seringue.

Fais couler l'eau avec un certain débit et chiffre ce débit en watts avec l'hypothèse qu'une goutte d'énergie vaut 1/10 de wattheure (10 gouttes pour 1 Wh) ou 360 joules.

**Matériel à disposition**

- bouteille retournée avec tuyau et pince de réglage du débit
- corps gradué d'une seringue dont l'ouverture est fermée.
- récipient supplémentaire
- montre avec secondes ou chronomètre



## Energie - débit et quantité, puissance et énergie, analogies avec de l'eau ME2.01

Atelier ApEn EnPu-Intro

Item Vous avez dit énergie 5.03a

Phase	conceptualisation
Concepts	débit énergie puissance temps mod_gouttes
Sujet	Energie et puissance préconceptualisation

### Indications didactiques

L'idée est de familiariser l'élève avec le concept de débit qui va servir à construire le concept de puissance vue comme un débit d'énergie.

La consigne apporte des informations qui participent de cette conceptualisation.

Exemple de compte rendu d'élève:

J'ai compté 50 gouttes en une minute. L'énergie écoulée en une minute est donc de 5 Wh ou 18'000 J.

La puissance est de  $5 \text{ Wh} / [1/60 \text{ heure}] = 300 \text{ W}$  ou de  $1800 \text{ J} / 60 \text{ s} = 300 \text{ W}$ .

Remarque: on peut aider l'élève en lui disant que le nombre de watts est le nombre de wattheures écoulés en une heure.

Si besoin, l'exemple ci-dessus est donné aux élèves. On leur demande de produire des exemples similaires basés sur des comptages des gouttes dans le montage expérimental.

On attend de l'élève qu'il réalise que si la seringue se remplit, c'est que l'énergie est stockée dans l'appareil qu'elle représente tandis que si elle reste vide (robinet de sortie ouvert), c'est que l'énergie ne fait que transiter dans l'appareil (en se transformant).

### Théorie

Dans ce modèle où les gouttes d'eau sont assimilées à des gouttes d'énergie, le débit est une puissance.

Si on laisse la seringue se remplir, c'est que l'énergie y est stockée. Ce serait le cas d'un accumulateur électrique ou thermique (radiateur à accumulation, bouilloire). En général l'énergie ne fait que transiter dans un appareil. Le robinet de la seringue est ouvert. Dans l'exemple du fer à repasser, une certaine énergie est stockée, le fer à repasser emmagasine de la chaleur puis sa température se stabilise et l'énergie en ressort au fur et à mesure qu'elle arrive. La seringue est partiellement fermée. Le niveau de l'eau dans la seringue commence par monter puis se stabilise.



## Energie - débit et quantité par comptage de gouttes d'eau

### Consigne :

Tu disposes ici d'une bouteille dont le fonds est ouvert. Cette bouteille est fixée à l'envers. Sur son bouchon, est fixé un tuyau muni d'une pince de réglage du débit. L'eau qui est dans la bouteille peut s'écouler dans le corps gradué d'une seringue dont l'ouverture est fermée.

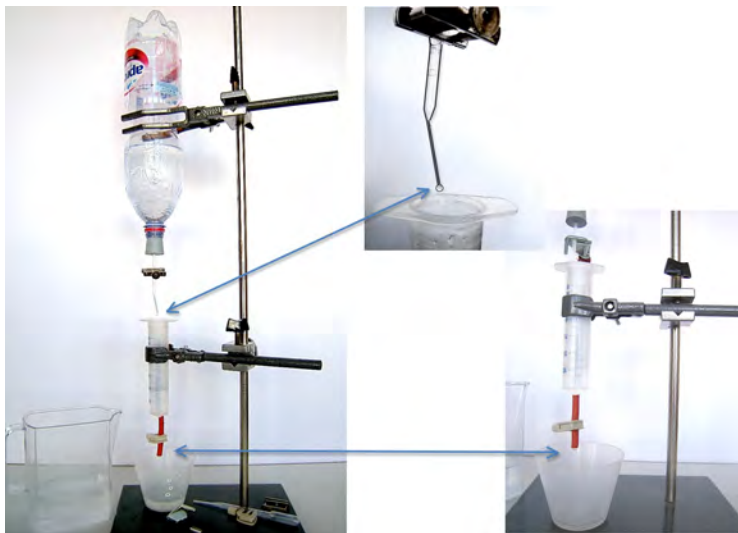
Tu disposes aussi d'une montre avec affichage des secondes ou d'un chronomètre.

Ferme le robinet de la seringue et ouvre le robinet de la bouteille de manière à ce que la seringue se remplisse goutte à goutte (les gouttes doivent tomber assez vite, mais pas trop vite de manière à ce que tu puisses les compter).

Entraîne-toi à savoir combien de temps il faut pour remplir de 10 millilitres la seringue d'après le nombre de gouttes qui tombent en un temps donné (par exemple en 30 secondes). Tu dois être capable de prévoir ce temps pour des débits différents.

### Matériel à disposition

- bouteille retournée avec tuyau et pince de réglage du débit
- corps gradué d'une seringue dont la sortie est fermée.
- récipient supplémentaire
- montre avec secondes ou chronomètre



**Energie - débit et quantité par comptage de gouttes d'eau****ME2.02****Atelier ApEn EnPu-Introd****Item Vous avez dit énergie 5.03b**

<b>Phase</b>	<b>conceptualisation</b>
<b>Concepts</b>	<b>débit énergie puissance temps mod_gouttes</b>
<b>Sujet</b>	<b>Energie et puissance préconceptualisation</b>

***Indications didactiques***

L'idée est de familiariser l'élève avec le concept de débit qui va servir à construire le concept de puissance vue comme un débit d'énergie.

Les gouttes d'eau sont à rapprocher des gouttes d'énergie (modélisation de l'énergie et de la puissance)

## Energie chimique (sucre) dans de l'eau

### Consigne :

Sous forme de sirop concentré, le professeur a apporté un certain nombre de wattheures à 300 g d'eau (énergie chimique contenue dans le sucre). L'eau s'est ainsi colorée et a pris un certain goût.

Il a préparé trois récipients en verre, identiques, avec des quantités différentes de sirop dilué. Il a noté sur un papier placé dans une enveloppe, le nombre de wattheures qu'il a mis sous forme de sirop dans chaque récipient.

Combien de wattheures d'énergie le professeur a-t-il mis dans l'eau des trois récipients ?

Fais des essais comparatifs et débats-en avec tes camarades.

**Indication: pour avoir une énergie chimique de 1 Wh, il faut environ 7 gouttes de sirop concentré.**

**Vérification: quand toute la classe s'est prononcée, on ouvre l'enveloppe.**

### Matériel à disposition

- récipients d'eau sucrée préparés selon la consigne
- récipients qui peuvent être des éprouvettes (au moins 6)
- sirop concentré
- pipette
- spatule pour mélanger

## Energie chimique (sucre) dans de l'eau

EN2.06

**Atelier ApEn EnPu-Intro**

Item Vous avez dit énergie 5.03c

Phase	conceptualisation
Concepts	énergie mod_gouttes pertes
Sujet	Energie et puissance préconceptualisation

### Indications didactiques

L'idée est de préparer l'élève à concevoir une modélisation de la puissance comme un débit d'énergie, modèle dans lequel l'énergie est celle du sucre contenu dans une solution sucrée.

### Théorie

L'indication selon laquelle, **il faut environ 7 gouttes de sirop pour avoir une énergie chimique de 1 Wh** a été obtenue en partant du fait que l'on a utilisé du sirop concentré contenant une énergie de 1'330 kJ par décilitre ce qui donne environ 3,7 Wh par millilitre. On a d'autre part observé qu'il faut environ 27 gouttes de ce sirop pour obtenir un millilitre. Le rapport 27 goutte par millilitre / 3,7 Wh par millilitre donne environ 7 Wh par millilitre.

## Energie contenue dans les combustibles et les aliments

### Consigne :

Tu dois représenter l'énergie contenue dans chacun des aliments ou combustible en arrondissant cette énergie au  $\frac{1}{2}$  kilowattheure le plus proche. Place le nombre correspondant de gouttes colorées de 1 kilowattheure et  $\frac{1}{2}$  kilowattheure sur chaque objet représenté.

Dessine des carrées pour les gouttes de 1 kilowattheure et des triangles (demi-carrés) pour les gouttes de  $\frac{1}{2}$  kilowattheure.

Pour cela, il te faut lire les indications données sur les étiquettes et faire une recherche documentaire lorsqu'il n'y a pas d'étiquette.

### Matériel à disposition

- paquet de sucre fin
- bouteille d'alcool à brûler - bouteille de pétrole
- morceau de charbon ou de bois dur (bois de feu)
- bouteille d'huile huile végétale
- bougie
- bonbonne de gaz (butane)
- balance de ménage

### Document(s)

Energie combustibles SP ME2.03

Formulaires et tables CRM

Energie dans combustibles SP  
ME2.03 (Excel) pour vérification



## Energie contenue dans les combustibles et les aliments

ME2.03

## Atelier ApEn EnPu-Intro

Item Vous avez dit énergie 6.03

Phase	conceptualisation
Concepts	pouv._énergétique mod_gouttes
Sujet	Energie et puissance préconceptualisation

**Indications didactiques**

On attend des élèves qu'ils lisent les informations disponibles sur les emballages et pour le reste, qu'ils fassent de la recherche documentaire.

Les inscriptions (non masquées), figurant sur le paquet de sucre (100 g contiennent 1700 kJ / 406 kcal) et sur la bouteille d'huile (100 g contiennent 3370 kJ / 805 kcal) surprennent les élèves: *"c'est beaucoup, ça", "oui mais il faut trouver en wattheures, ça fera sûrement moins", "moi je croyais qu'y avait rien dans l'huile", "mais c'est si tu la brûles, ça chauffe, pas si tu la manges", "non parce que si on met sur l'étiquette, c'est pour savoir les calories quand on fait un régime", "oui plus c'est gras plus c'est calorique ce qu'on mange"*.

Certains élèves ont fait des calculs et sont arrivés au fait que l'information donnée (2 g de sucre contiennent 10 Wh) recoupe celle qu'ils ont trouvée sur l'emballage. Je leur demande d'exposer ces calculs de manière assez convaincante pour leurs camarades: *"10 wattheures pour 2 grammes ça fait 5 wattheure pour 1 gramme donc 500 wattheures pour 100 g; mais comme 1 wattheure c'est 3,6 kilojoule, ça fait  $500 \cdot 3,6 = 1800$  kilojoules; sur le paquet, pour 100 grammes, c'est écrit 1700 kJ".* J'interviens pour dire que la différence entre 1700 et 1800 provient d'arrondis sur les 2 grammes et les 10 wattheures.

Dans deux des quatre groupes, les élèves ont calculé le nombre de kWh pour le sucre et l'huile végétale (mais en ayant considéré que 1 litre d'huile correspond à 1000 g

## Energie - température dans une matière isolante

### Consigne :

Ici, on a trois thermomètres. Le premier est simplement posé sur la table, le deuxième est dans un lainage, le troisième est à l'intérieur d'une fourrure d'animal.

Note ci-dessous ce qu'indique le premier thermomètre. Devine ce qu'indiquent les deux autres et note-le également.

Attention: on ne sortira les thermomètres de leur habillage que lorsque tous tes camarades seront passés par ce poste !

### Matériel à disposition

- thermomètres (3) identiques
- lainage (par exemple chaussette)
- fourrure d'animal



**Energie - température dans une matière isolante****ME1.12****Atelier ApEn EnPu-Intro****Item Vous avez dit énergie 2.17****Phase immersion conceptualisation****Concepts température équilibre****Sujet Energie et puissance préconceptualisation*****Observations pouvant être attendues des élèves***

La question est classique du point de vue de la didactique des sciences. Ici, elle est formulée en situation, ce qui coupe court à certaines discussions portant sur la manière dont l'élève s'imagine une situation à partir d'une question écrite.

Généralement, pratiquement tous les élèves sont persuadés que les thermomètres "habillés" indiquent plus que le thermomètre "nu" et, généralement, c'est la fourrure d'animal qui procure le plus de chaleur au thermomètre. À ce stade, les conceptions des élèves se fondent sur la perception de chaleur éprouvée avec des habits "chauds". Cette conception n'exige pas qu'une hausse de température soit causées par une source d'énergie.



**Energie - transfert de chaleur par conduction avec un pilulier****Consigne :**

Quand tu tiens dans la main, en le serrant, un tube métallique fermé contenant de l'eau ou de l'alcool, tu réchauffes un peu l'eau.

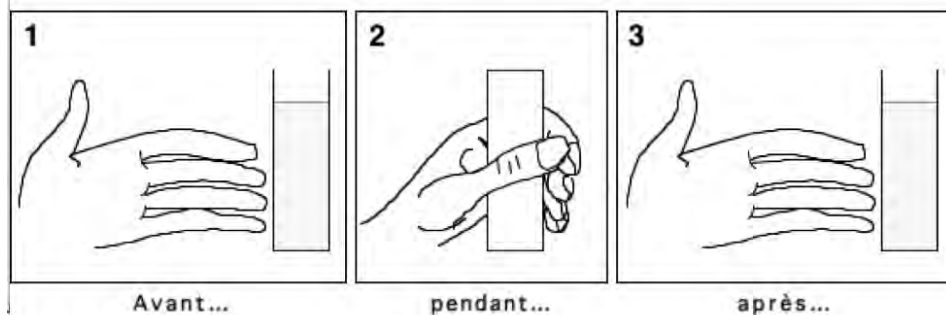
Complète les dessins en dessinant quelque chose qui évoque le transfert de chaleur de la main à l'eau contenue dans le pilulier. Ne mets pas de texte.

**Matériel à disposition**

- récipient métallique fermé contenant de l'eau ou de l'alcool, par exemple pilulier
- thermomètre

**Document(s)**

Transfert d'énergie thermique



**Energie - transfert de chaleur par conduction avec un pilulier****CE1.04****Atelier ApEn EnPu-Intro****Item Vous avez dit énergie 5.01**

<b>Phase</b>	<b>immersion conceptualisation</b>
<b>Concepts</b>	<b>énergie transfert mod_gouttes pertes métabolisme</b>
<b>Sujet</b>	<b>Energie et puissance préconceptualisation</b>

**Observations pouvant être attendues des élèves**

Pour amener les élèves à une forme codifiée de représentation de l'énergie, on leur propose de compléter des dessins qui évoquent une situation de l'atelier d'immersion: le transfert de chaleur de la main à l'eau contenue dans le pilulier. Il faut leur demander de travailler individuellement et de compléter ces dessins de manière à faire comprendre ce qui se passe sans utiliser de texte.

La mise en commun des différentes représentations conduit les élèves à formuler ce qu'ils ont compris de cette expérience. Chaque groupe est obligé d'argumenter pour défendre sa propre manière de représenter l'énergie.

Les élèves se montrent critiques face à la représentation N°2 (voir document "transfert d'énergie thermique") qui leur semble peu explicite du transfert d'énergie.

La première n'est pas critiquable en soi, mais la majorité des élèves admettent que la dernière est la plus facile à décoder.

**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).

**Note:**

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 joules par kilogrammes et degrés  $J/(kg \cdot ^\circ C)$  ou en wattheures par kilogramme et degrés Celsius  $Wh/(kg \cdot ^\circ C)$ .

Au lieu des  $^\circ C$ , on utilise le plus souvent l'unité kelvin (K). Le kelvin représente la même chose que le  $^\circ C$ , mais il s'utilise pour exprimer des températures absolues dont le zéro est à  $-273 \text{ }^\circ C$

S'agissant de différences de température, le nombre de  $^\circ C$  est le même que le nombre de K.

La chaleur massique de l'eau est de  $1,16 \text{ Wh}/(kg \cdot K)$  ou de  $4180 \text{ J}/(kg \cdot K)$

**Energie - débit et quantité, puissance et énergie, analogies avec de l'eau****Consigne :**

Tu disposes ici d'une bouteille dont le fonds est ouvert, fixée à l'envers. Un tuyau muni d'une pince de réglage du débit permet de faire s'écouler l'eau goutte à goutte dans le corps gradué d'une seringue.

Tu disposes aussi d'une montre avec affichage des secondes ou d'un chronomètre.

**Analogie**

On compare les gouttes d'eau qui sortent de la bouteille à des gouttes d'énergie qui sortent d'une prise électrique par exemple. La seringue qui reçoit l'eau pourrait être un appareil qui reçoit l'énergie, par exemple un fer à repasser. Le nombre de gouttes s'écoulant par unité de temps représente la puissance de l'appareil.

L'énergie peut se compter en joules. Un débit de 1 joule par seconde représente une puissance de 1 watt

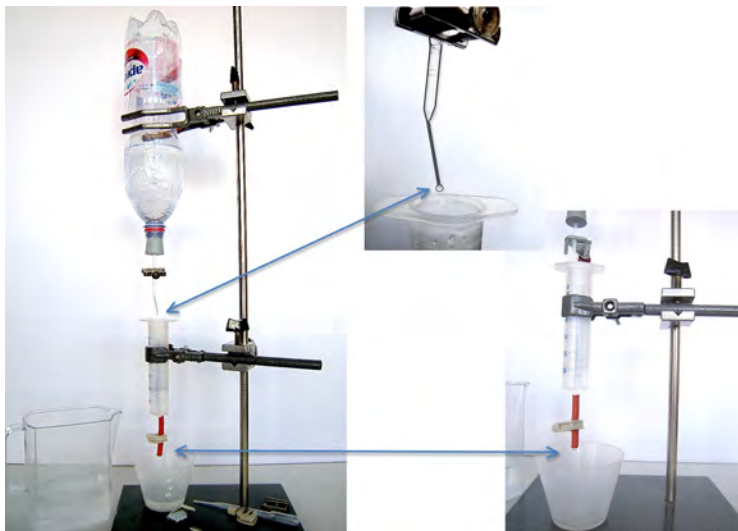
L'énergie peut se compter en wattheures. Un débit de 1 wattheure par heure représente une puissance de 1 watt également.

Complète l'analogie en expliquant ce que peut signifier le robinet plus ou moins ouvert de la seringue.

Fais couler l'eau avec un certain débit et chiffre ce débit en watts avec l'hypothèse qu'une goutte d'énergie vaut 1/10 de wattheure (10 gouttes pour 1 Wh) ou 360 joules.

**Matériel à disposition**

- bouteille retournée avec tuyau et pince de réglage du débit
- corps gradué d'une seringue dont l'ouverture est fermée.
- récipient supplémentaire
- montre avec secondes ou chronomètre



## Energie - débit et quantité, puissance et énergie, analogies avec de l'eau ME2.01

Atelier ApEn EnPu-Intro

Item Vous avez dit énergie 5.03a

Phase	conceptualisation
Concepts	débit énergie puissance temps mod_gouttes
Sujet	Energie et puissance préconceptualisation

### Indications didactiques

L'idée est de familiariser l'élève avec le concept de débit qui va servir à construire le concept de puissance vue comme un débit d'énergie.

La consigne apporte des informations qui participent de cette conceptualisation.

Exemple de compte rendu d'élève:

J'ai compté 50 gouttes en une minute. L'énergie écoulée en une minute est donc de 5 Wh ou 18'000 J.

La puissance est de  $5 \text{ Wh} / [1/60 \text{ heure}] = 300 \text{ W}$  ou de  $1800 \text{ J} / 60 \text{ s} = 300 \text{ W}$ .

Remarque: on peut aider l'élève en lui disant que le nombre de watts est le nombre de wattheures écoulés en une heure.

Si besoin, l'exemple ci-dessus est donné aux élèves. On leur demande de produire des exemples similaires basés sur des comptages des gouttes dans le montage expérimental.

On attend de l'élève qu'il réalise que si la seringue se remplit, c'est que l'énergie est stockée dans l'appareil qu'elle représente tandis que si elle reste vide (robinet de sortie ouvert), c'est que l'énergie ne fait que transiter dans l'appareil (en se transformant).

### Théorie

Dans ce modèle où les gouttes d'eau sont assimilées à des gouttes d'énergie, le débit est une puissance.

Si on laisse la seringue se remplir, c'est que l'énergie y est stockée. Ce serait le cas d'un accumulateur électrique ou thermique (radiateur à accumulation, bouilloire). En général l'énergie ne fait que transiter dans un appareil. Le robinet de la seringue est ouvert. Dans l'exemple du fer à repasser, une certaine énergie est stockée, le fer à repasser emmagasine de la chaleur puis sa température se stabilise et l'énergie en ressort au fur et à mesure qu'elle arrive. La seringue est partiellement fermée. Le niveau de l'eau dans la seringue commence par monter puis se stabilise.

## Energie - débit et quantité par comptage de gouttes d'eau

### Consigne :

Tu disposes ici d'une bouteille dont le fonds est ouvert. Cette bouteille est fixée à l'envers. Sur son bouchon, est fixé un tuyau muni d'une pince de réglage du débit. L'eau qui est dans la bouteille peut s'écouler dans le corps gradué d'une seringue dont l'ouverture est fermée.

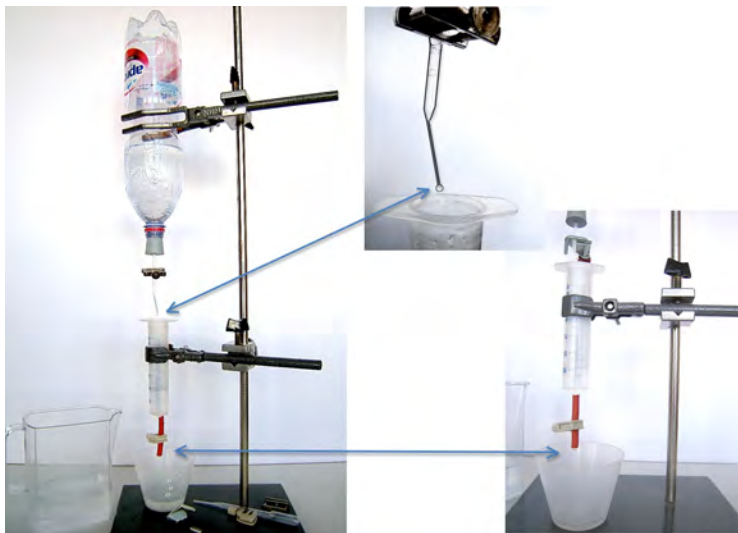
Tu disposes aussi d'une montre avec affichage des secondes ou d'un chronomètre.

Ferme le robinet de la seringue et ouvre le robinet de la bouteille de manière à ce que la seringue se remplisse goutte à goutte (les gouttes doivent tomber assez vite, mais pas trop vite de manière à ce que tu puisses les compter).

Entraîne-toi à savoir combien de temps il faut pour remplir de 10 millilitres la seringue d'après le nombre de gouttes qui tombent en un temps donné (par exemple en 30 secondes). Tu dois être capable de prévoir ce temps pour des débits différents.

### Matériel à disposition

- bouteille retournée avec tuyau et pince de réglage du débit
- corps gradué d'une seringue dont la sortie est fermée.
- récipient supplémentaire
- montre avec secondes ou chronomètre



**Energie - débit et quantité par comptage de gouttes d'eau****ME2.02****Atelier ApEn EnPu-Introd****Item Vous avez dit énergie 5.03b**

<b>Phase</b>	<b>conceptualisation</b>
<b>Concepts</b>	<b>débit énergie puissance temps mod_gouttes</b>
<b>Sujet</b>	<b>Energie et puissance préconceptualisation</b>

***Indications didactiques***

L'idée est de familiariser l'élève avec le concept de débit qui va servir à construire le concept de puissance vue comme un débit d'énergie.

Les gouttes d'eau sont à rapprocher des gouttes d'énergie (modélisation de l'énergie et de la puissance)

## Energie chimique (sucre) dans de l'eau

### Consigne :

Sous forme de sirop concentré, le professeur a apporté un certain nombre de wattheures à 300 g d'eau (énergie chimique contenue dans le sucre). L'eau s'est ainsi colorée et a pris un certain goût.

Il a préparé trois récipients en verre, identiques, avec des quantités différentes de sirop dilué. Il a noté sur un papier placé dans une enveloppe, le nombre de wattheures qu'il a mis sous forme de sirop dans chaque récipient.

Combien de wattheures d'énergie le professeur a-t-il mis dans l'eau des trois récipients ?

Fais des essais comparatifs et débats-en avec tes camarades.

**Indication: pour avoir une énergie chimique de 1 Wh, il faut environ 7 gouttes de sirop concentré.**

**Vérification: quand toute la classe s'est prononcée, on ouvre l'enveloppe.**

### Matériel à disposition

- récipients d'eau sucrée préparés selon la consigne
- récipients qui peuvent être des éprouvettes (au moins 6)
- sirop concentré
- pipette
- spatule pour mélanger

## Energie chimique (sucre) dans de l'eau

EN2.06

**Atelier ApEn EnPu-Intro**

Item Vous avez dit énergie 5.03c

Phase	conceptualisation
Concepts	énergie mod_gouttes pertes
Sujet	Energie et puissance préconceptualisation

### Indications didactiques

L'idée est de préparer l'élève à concevoir une modélisation de la puissance comme un débit d'énergie, modèle dans lequel l'énergie est celle du sucre contenu dans une solution sucrée.

### Théorie

L'indication selon laquelle, **il faut environ 7 gouttes de sirop pour avoir une énergie chimique de 1 Wh** a été obtenue en partant du fait que l'on a utilisé du sirop concentré contenant une énergie de 1'330 kJ par décilitre ce qui donne environ 3,7 Wh par millilitre. On a d'autre part observé qu'il faut environ 27 gouttes de ce sirop pour obtenir un millilitre. Le rapport 27 goutte par millilitre / 3,7 Wh par millilitre donne environ 7 Wh par millilitre.



## Energie contenue dans les combustibles et les aliments

### Consigne :

Tu dois représenter l'énergie contenue dans chacun des aliments ou combustible en arrondissant cette énergie au  $\frac{1}{2}$  kilowattheure le plus proche. Place le nombre correspondant de gouttes colorées de 1 kilowattheure et  $\frac{1}{2}$  kilowattheure sur chaque objet représenté.

Dessine des carrées pour les gouttes de 1 kilowattheure et des triangles (demi-carrés) pour les gouttes de  $\frac{1}{2}$  kilowattheure.

Pour cela, il te faut lire les indications données sur les étiquettes et faire une recherche documentaire lorsqu'il n'y a pas d'étiquette.

### Matériel à disposition

- paquet de sucre fin
- bouteille d'alcool à brûler - bouteille de pétrole
- morceau de charbon ou de bois dur (bois de feu)
- bouteille d'huile huile végétale
- bougie
- bonbonne de gaz (butane)
- balance de ménage

### Document(s)

Energie combustibles SP ME2.03

Formulaires et tables CRM

Energie dans combustibles SP  
ME2.03 (Excel) pour vérification



**Energie contenue dans les combustibles et les aliments****ME2.03****Atelier ApEn EnPu-Intro****Item Vous avez dit énergie 6.03**

<b>Phase</b>	<b>conceptualisation</b>
<b>Concepts</b>	<b>pouv._énergétique mod_gouttes</b>
<b>Sujet</b>	<b>Energie et puissance préconceptualisation</b>

**Indications didactiques**

On attend des élèves qu'ils lisent les informations disponibles sur les emballages et pour le reste, qu'ils fassent de la recherche documentaire.

Les inscriptions (non masquées), figurant sur le paquet de sucre (100 g contiennent 1700 kJ / 406 kcal) et sur la bouteille d'huile (100 g contiennent 3370 kJ / 805 kcal) surprennent les élèves: *"c'est beaucoup, ça", "oui mais il faut trouver en wattheures, ça fera sûrement moins", "moi je croyais qu'y avait rien dans l'huile", "mais c'est si tu la brûles, ça chauffe, pas si tu la manges", "non parce que si on met sur l'étiquette, c'est pour savoir les calories quand on fait un régime", "oui plus c'est gras plus c'est calorique ce qu'on mange"*.

Certains élèves ont fait des calculs et sont arrivés au fait que l'information donnée (2 g de sucre contiennent 10 Wh) recoupe celle qu'ils ont trouvée sur l'emballage. Je leur demande d'exposer ces calculs ce qu'ils font de manière assez convaincante pour leurs camarades: *"10 wattheures pour 2 grammes ça fait 5 wattheure pour 1 gramme donc 500 wattheures pour 100 g; mais comme 1 wattheure c'est 3,6 kilojoule, ça fait  $500 \cdot 3,6 = 1800$  kilojoules; sur le paquet, pour 100 grammes, c'est écrit 1700 kJ".* J'interviens pour dire que la différence entre 1700 et 1800 provient d'arrondis sur les 2 grammes et les 10 wattheures.

Dans deux des quatre groupes, les élèves ont calculé le nombre de kWh pour le sucre et l'huile végétale (mais en ayant considéré que 1 litre d'huile correspond à 1000 g

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

Pages suivantes :

# Documents d'accompagnement

Liste des documents pour les activités **EnPu - Introd**

## Énergie et puissance - Préconceptualisation

Nombre de pages

		Nombre de pages
1	Transfert d'énergie thermique CE1.04 donnée	fiche 1 feuille à remplir <b>1</b>
2	Transfert d'énergie thermique, propositions d'élèves	1 feuille A3 <b>1</b>
3	Énergie dans combustibles SP ME2.03	1 feuille A4 r/v <b>2</b>
4	Panneau Conventions couleurs des gouttes	1 feuille A4 <b>1</b>
5	Panneau Ordres de grandeurs - graisse et sucre	1 feuille A4 <b>1</b>
6	Panneau Ordres de grandeurs - eau et fer à repasser	1 feuille A4 <b>1</b>
7	Panneau Équivalence unités énergie	1 feuille A4 <b>1</b>
8	Puissance et énergie - Ordres de grandeur	1 feuille A4 <b>1</b>

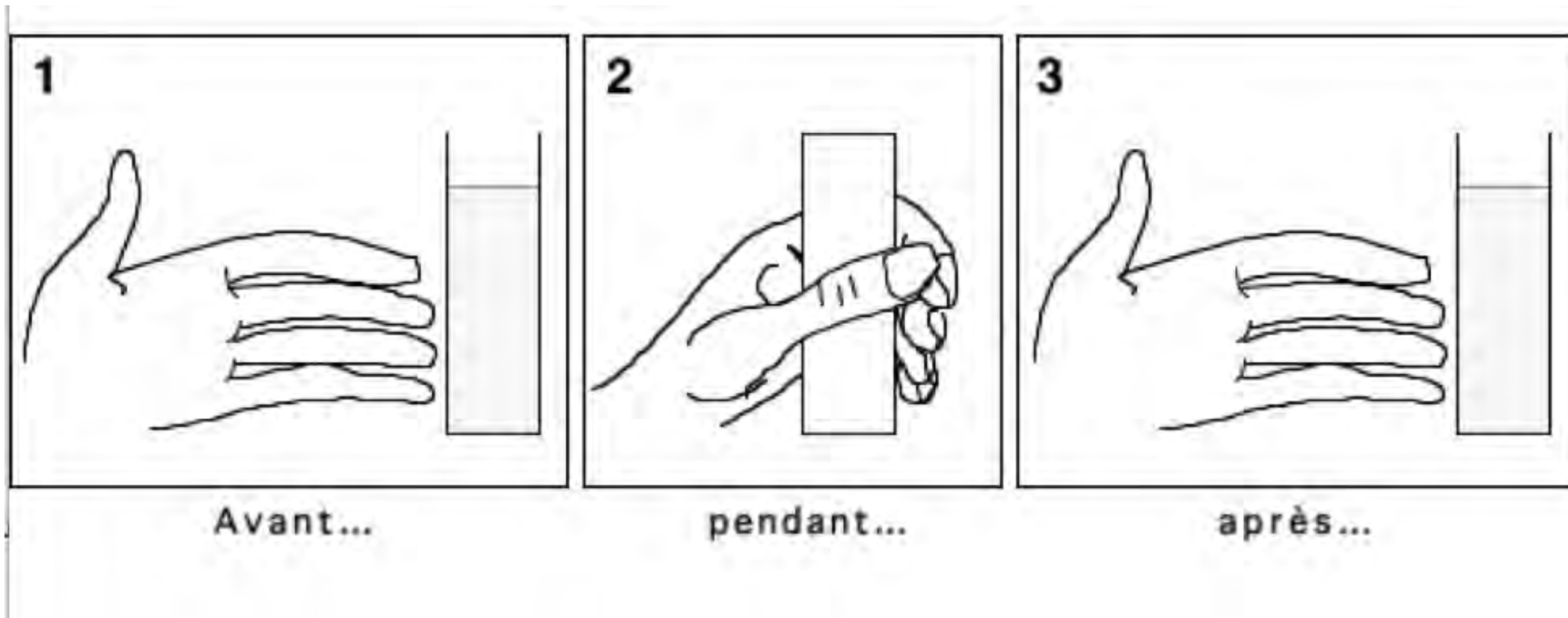
## Transfert d'énergie thermique

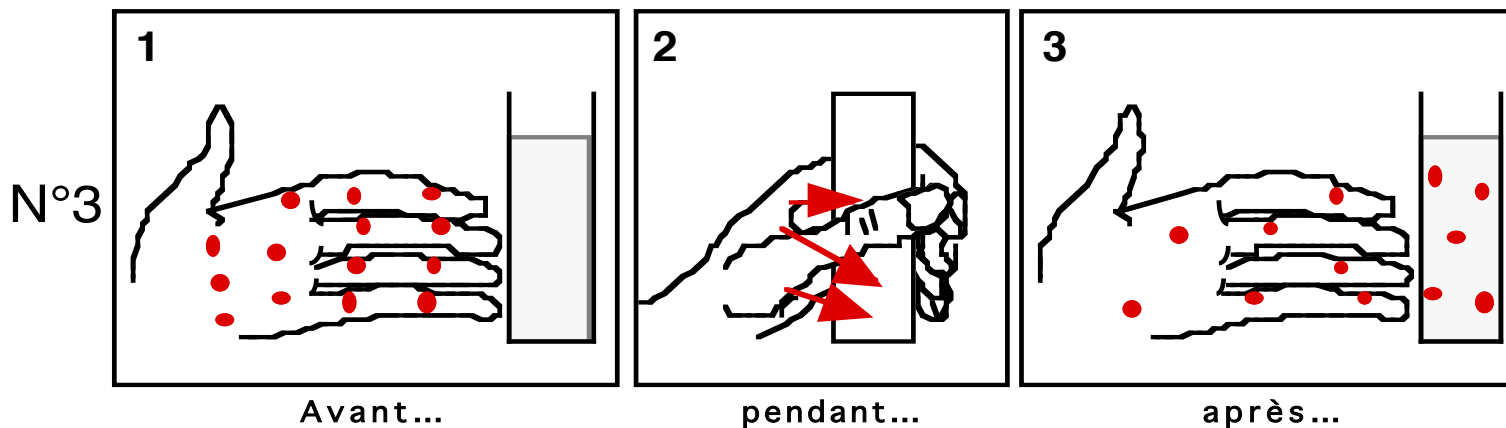
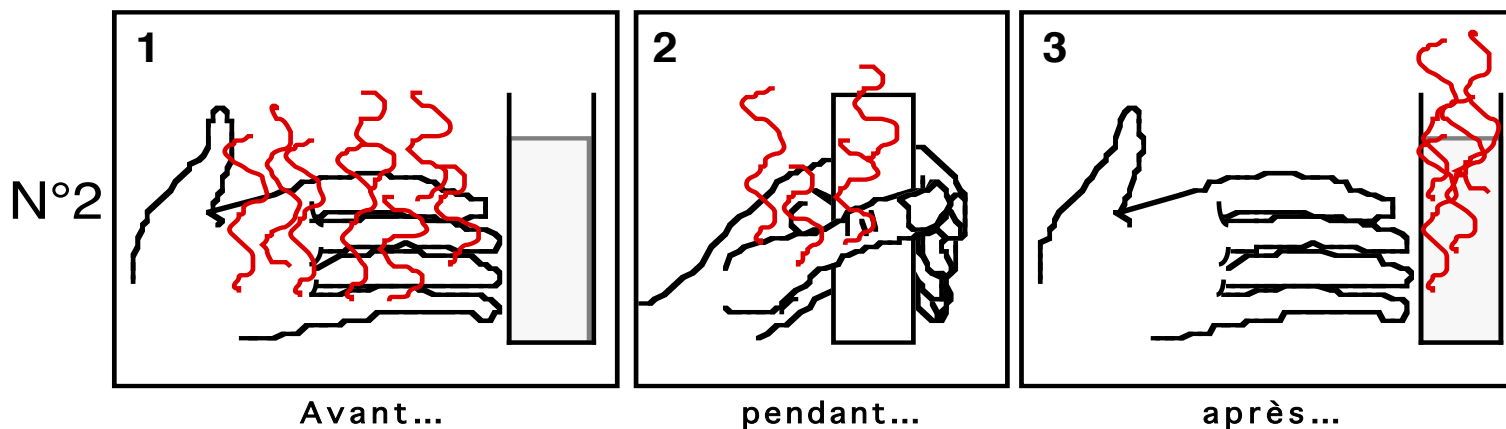
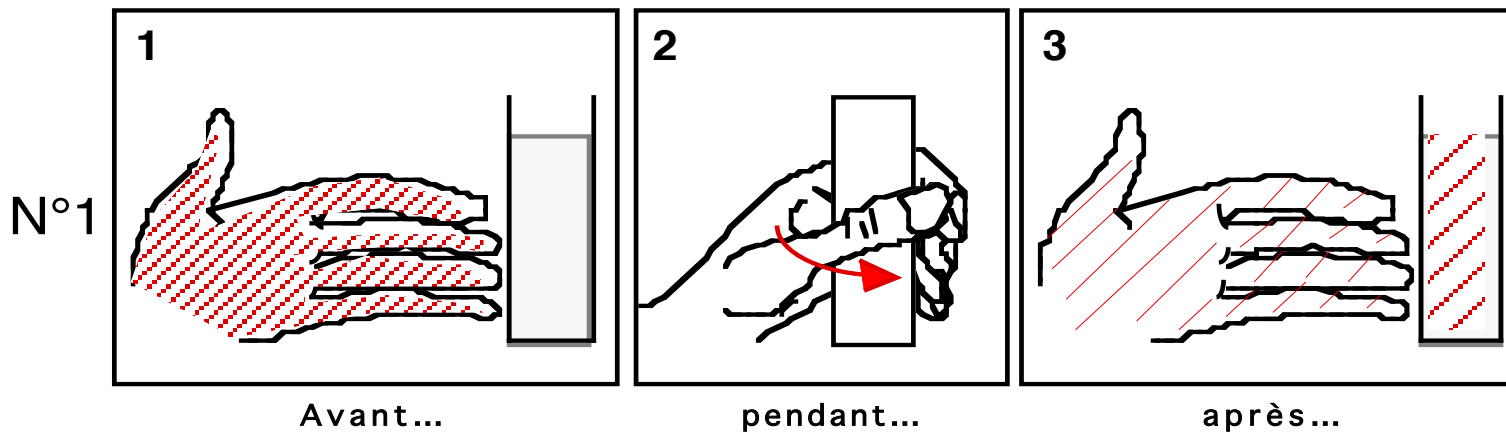
SP CE1.04 / « Vous avez dit "énergie" ? », Item 5.01

### Situation proposée aux élèves

Quand tu tiens dans la main un tube métallique fermé contenant de l'eau (ou de l'alcool), tu réchauffes un peu l'eau, surtout si tu as d'abord réchauffé ta main en la frottant sur un habit.

Complète les dessins en dessinant quelque chose qui évoque le transfert de chaleur de la main à l'eau contenue dans le pilulier. Ne mets pas de texte





## Transfert d'énergie thermique

### Réponses souvent données par les élèves

Ces trois manières de représenter ce qui se passe dans cette situation sont souvent proposées par les élèves.

Lors d'un débat à propos de ces représentations, les élèves se montrent critiques face à la proposition N°2 qu'ils jugent la moins compréhensible.

La première façon de représenter les choses (N°1) convient mieux aux élèves, mais ils se rallient volontiers à la dernière (N°3) qui exprime bien l'idée d'un transfert et qui présente l'avantage de se prêter à une quantification.

### Situation-problème ME2.03 - Item 6.03 de *Vous avez dit "énergie" ?*

Cette photo éclaircie représente ce qui t'est mis à disposition, à savoir :

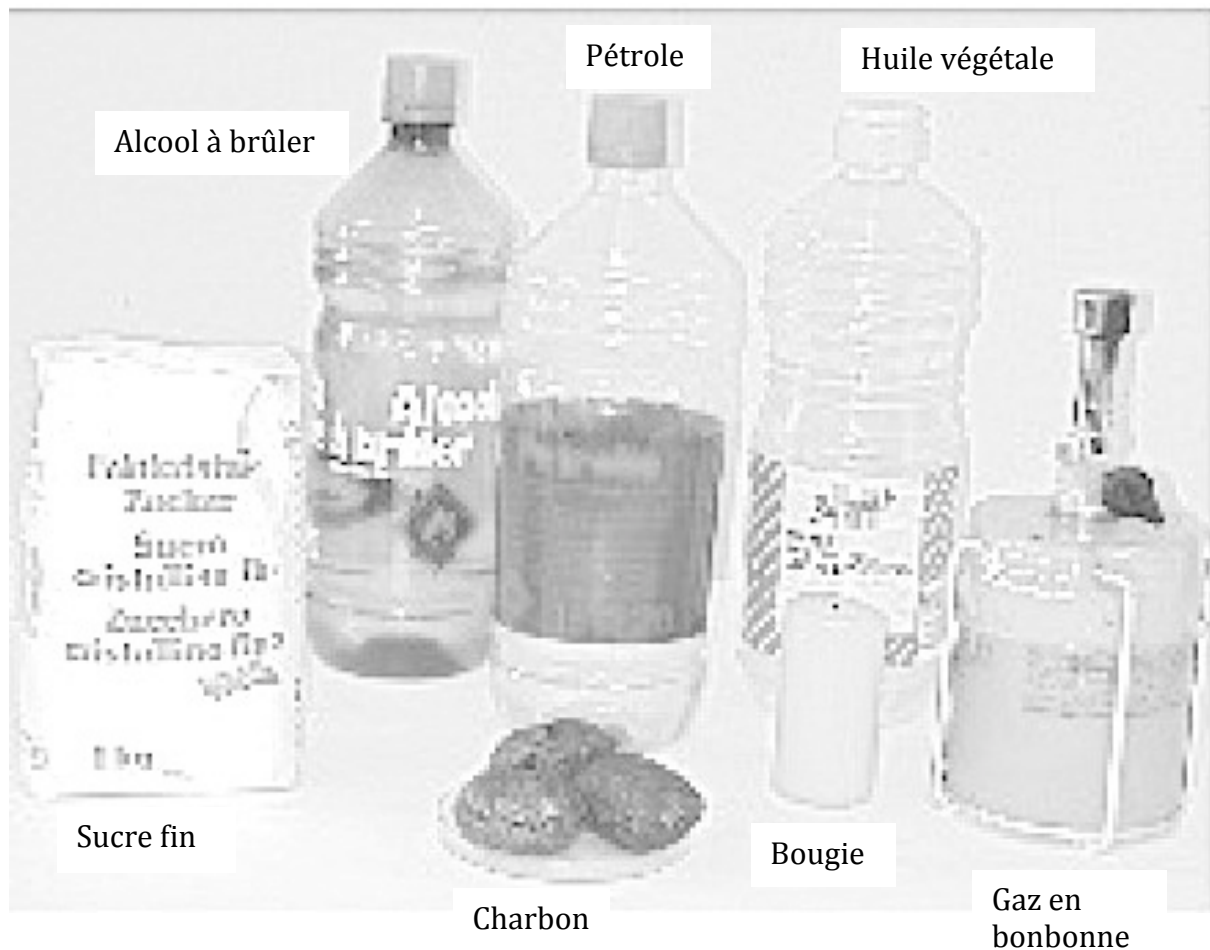
- un paquet de sucre fin
- une bouteille d'alcool à brûler
- une bouteille de pétrole
- un morceau de charbon
- une bouteille d'huile végétale
- une bougie
- une bonbonne de gaz (neuve)

Tu disposes en plus d'une balance.

Tu dois représenter l'énergie contenue dans chacun des aliments ou combustible en arrondissant cette énergie au  $\frac{1}{2}$  kilowattheure le plus proche. Place le nombre correspondant de gouttes colorées de 1 kilowattheure et  $\frac{1}{2}$  kilowattheure sur chaque objet représenté.

Dessine des carrées pour les gouttes de 1 kilowattheure et des triangles (demi-carrés) pour les gouttes de  $\frac{1}{2}$  kilowattheure.

Pour cela, il te faut lire les indications données sur les étiquettes et faire une recherche documentaire lorsqu'il n'y a pas d'étiquette.



**Energie des combustibles**

En rouge, les quantités (masse ou volume) à indiquer

Combustible	Pouvoir	masse	masse	Volume	Energie	Energie	Energie	Nombre de gouttes de 1 kWh
	énergétique	volumique						
Sucre fin	17		1000		17'000	4'726	4.726	4.5
Alcool à brûler	27	0.8	800	1000	21'600	6'005	6.005	6
Pétrole lampant	40	0.75	750	1000	30'000	8'340	8.340	8.5
Charbon (anthracite)	32	1.55	140	90	4'464	1'241	1.241	1
Huile végétale	38	0.75	750	1000	28'500	7'923	7.923	8
Bougie	34	0.9	172	191	5'848	1'626	1.626	1.5
Gaz (butane+propane)	47		190		17'000	4'726	4.726	4.5



## Conventions pour la couleur des gouttes d'énergie

- Brun pour l'énergie chimique
- Jaune pour l'énergie rayonnée
- Mauve pour l'énergie nucléaire
- Vert pour l'énergie électrique
- Bleu pour l'énergie mécanique cinétique
- Violet pour l'énergie mécanique potentielle
- Rouge pour l'énergie thermique
- Gris pour une forme d'énergie non précisée

### Ordres de grandeurs énergie - graisse et sucre

Wh = wattheure

kCal = kilocalorie

kJ = kilojoule

kWh = kilowattheure

100 Wh



86 kCal

360 kJ

10 grammes  
de beurre  
portion petit-déjeuner

0,1 kWh

50 Wh



43 kCal

180 kJ

10 grammes  
de sucre  
2 ½ morceaux

0,05 kWh

## Ordres de grandeurs énergie - eau chaude

Wh = wattheure

kCal = kilocalorie

kJ = kilojoule

kWh = kilowattheur

100 Wh



86 kCal

Chauffer 1 litre  
d'eau de 12°C à  
l'ébullition

360 kJ

0,1 kWh

100 Wh



86 kCal

Fer à repasser  
(~2000 W)  
fonctionnant  
**3 minutes**

360 kJ

0,1 kWh

**1 joule = 1 wattseconde**

**1 kilojoule = 0.24 kilocalorie**

**1 kilocalorie = 4.18 kilojoules**

**1 kilocalorie = 1.16 wattheures**

**1 wattheure = 0.861 kilocalorie**

**1 wattheure = 3.6 kilojoules**

Source ou consommateur	Puissance kW	Remarque	Ordre de grandeur	Energie annuelle kWh	Remarque	Ordre de grandeur
1 Soleil	400'000'000'000'000'000'000'000		23	3'494'400'000'000'000'000'000'000'000		23
2 Part solaire reçue sur Terre	170'000'000'000'000'000	30% réfléchi	14	1'485'120'000'000'000'000		14
3 Part servant à la photosynthèse	3'000'000'000'000		12	26'208'000'000'000'000		12
4 Part transformée en énergie du vent	2'200'000'000'000		12	19'219'200'000'000'000		12
5						
6 Monde (toutes formes d'énergies consommées)	14'840'182'648		10	130'000'000'000'000		10
7 Monde - énergie électrique	1'940'639'269		9	17'000'000'000'000		9
8 Suisse (toutes formes d'énergies)	28'538'813 moyenne		7	250'000'000'000		7
9 Suisse - énergie transports	9'512'938 moyenne		7	83'333'333'333 1/3 total CH		7
10 Suisse - énergie électrique	9'132'420 moyenne		7	60'000'000'000 24% total		6
11 Plus grosse centrale électr. nucléaire (Kashiwazaki-Kariwa)	8'210'000		6	57'378'048'000 facteur 80%		6
12 Plus grosse centrale électr. nucléaire suisse (Leibstadt)	1'200'000		6	9'120'384'000 facteur 87%		6
13 Plus grosse centrale hydroélectrique au monde (Trois-Gorges)	18'200'000		7	127'196'160'000 facteur 80%		7
14 Plus grosse centrale hydroélectrique suisse (Grande Dixance)	2'000'000		6	13'977'600'000 facteur 80%		6
15 Ville de 100'000 habitants - énergie électrique	23'744		4	208'000'000 moyenne		4
16 Ménage suisse selon statistique OFEL 2010 (toutes formes)	2.68		0	23'500 en 2010 moy.		0
17 Ménage 2 adultes, 2 enfants - Electricité avec chauffage électrique	1.60 moyenne		0	14'000 moyenne		0
18 Ménage 2 adultes, 2 enfants - Electricité sans chauffage électrique	0.91 moyenne		0	8'000 moyenne		0
19 Par personne Tanzanie (toutes formes)	0.53 moyenne		-1	4'600 en 2008		-1
20 Par personne EU (toutes formes)	10.50 moyenne		1	92'000 en 2008		1
21 Par personne Suisse (toutes formes)	6.28 moyenne		0	55'000 en 2010		0
22 Par personne du Tanzanie (électricité)	0.01 moyenne		-3	68 en 2008		-3
23 Par personne EU (électricité)	1.60 moyenne		0	14'000 en 2008		0
24 Par personne Suisse (électricité)	0.97 moyenne		0	8'500 en 2008		0
25 Automobile par personne (4 personnes - 10'000 km)	73.6 100 ch		1	2'000 estimation		-1
26 Train par personne (500 personnes - 10'000 km)	6'100 P loc. RE460		3	60 estimation		-3
27						
28 Chauffage maison familiale 200 m2 (construction d'avant 1970)	5.02 moyenne		0	44'000		0
29 Chauffage maison familiale 200 m2 (conception Minergie)	0.87 moyenne		0	7'600		0
30 Chauffage maison familiale 200 m2 (conception Minergie P)	0.68 moyenne		-1	6'000		-1
31 Chauffage maison familiale 200 m2 (conception Minergie A)	0.00 moyenne			0		
32						
33 Ouragan (dynamique et condensation)	600'000'000'000 indicatif		11			
34 Coup de foudre	40'000'000 indicatif		7	278 par coup de foudre		-2
35 Eolienne avec des pâles de 41 m et un vent de 40 km/h	2'640		3	11'563'200 indicatif 50%		3
36 Rayonnement solaire a sol perpendiculairement	1.00		0	1'314 facteur 15%		-1
37 Capteur solaire thermique - 1 m2	0.80 max		-1	841 facteur 12%		-1
38 Capteur solaire photovoltaïque - 1 m2	0.15 crête		-1	158 facteur 1%		-2
39 Chute d'eau de 1 m - débit de 1kg/s	0.00891		-2	62 faceur 80%		-3
40						
41 Homme, métabolisme basal	0.1		-1	876		-1
42 Cœur humain	0.005		-3	44		-3

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

Page suivante :

# Questionnaire à choix multiple de réponses (QCM)

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

**8**  
EN 27

L'énergie existe sous différentes formes : électrique, chimique (mazout, bois de chauffage, gaz) mécanique (voiture en mouvement), rayonnement (lumière, ondes radio), etc.  
Pour mesurer la quantité d'énergie, on utilise diverses unités comme le kilowattheure, ou la calorie ou le joule.

Je pense que le kilowattheure est une unité qui peut servir à mesurer l'énergie...

- quelque soit la forme de cette énergie
- seulement pour de l'énergie sous forme électrique
- seulement pour certaines formes d'énergie
- seulement quand l'énergie est mesurée avec un compteur électrique
- 

Energie unicité du concept

**9**  
EN 16

Une longueur se mesure, par exemple en mètres, kilomètres, centimètres mais aussi en pouces, en inch, en pieds, etc. Mais une longueur ne se mesure pas en ampères ou en litres ou en heures.

Je pense que l'énergie se mesure...

- joules
- wattheures
- calories
- watts
- degés celsius

Energie mesure

**10**  
EN 1

Un soir d'hiver, je place une veste en fourrure et un tablier de cuisine sur le balcon pour les aérer.  
Je prend deux thermomètres identiques, j'en place un dans une poche du tablier et l'autre dans une poche de la veste de fourrure.  
Jusqu'au matin, la température ne varie pas. Il fait moins cinq degrés.

Je pense que lorsque je regarderai la température indiquée par chacun des thermomètres le lendemain matin, celui qui est dans la veste en fourrure indiquera une température...

- plus basse que l'autre car la fourrure maintient le froid dans la poche
- plus haute que l'autre car la fourrure chauffe
- égale à l'autre car en une nuit la poche de la veste a largement le temps de se refroidir.
- plus haute que l'autre car, dans la fourrure, la température descend mais n'atteint jamais les moins cinq.
- 

Température équilibre

**8** EN 27 Concepts: énergie unités Compétence: représentation savoir

Je pense que le kilowattheure est une unité qui peut servir à mesurer l'énergie...

quelque soit la forme de cette énergie

seulement pour de l'énergie sous forme électrique

seulement pour certaines formes d'énergie

seulement quand l'énergie est mesurée avec un compteur électrique

**9** EN 16 Concepts: énergie unités Compétence: savoir

Je pense que l'énergie se mesure...

joules

wattheures

calories

watts

degés celsius

**10** EN 1 Concepts: énergie pertes équilibre\_thermique Compétence: représentation

Je pense que lorsque je regarderai la température indiquée par chacun des thermomètres le lendemain matin, celui qui est dans la veste en fourrure indiquera une température...

plus basse que l'autre car la fourrure maintient le froid dans la poche

plus haute que l'autre car la fourrure chauffe

égale à l'autre car en une nuit la poche de la veste a largement le temps de se refroidir.

plus haute que l'autre car, dans la fourrure, la température descend mais n'atteint jamais les moins cinq.