**Première STI2D**

**Activité expérimentale : Quel matériau pour un radiateur à accumulation d’énergie ?**

|  |  |
| --- | --- |
| Classe :  **Première** | Enseignement :  **Physique-Chimie STI2D** |
| THÈME du programme : **Énergie** | |

**Résumé du contenu de la ressource.**

Cette activité expérimentale et documentaire met en œuvre la capacité exigible du programme :

- Mesurer des températures

- Exprimer, calculer la variation d'énergie interne d'un solide, d'un liquide lors d'une variation de température

- Définir et exploiter la capacité thermique massique

- Réaliser expérimentalement le bilan thermique d’une enceinte en régime stationnaire.

Elle nécessite la mise en œuvre conjointe d’une **activité documentaire** et d’une **démarche expérimentale** (appropriation de documents, développement d’un raisonnement scientifique en plusieurs étapes, regard critique sur un résultat expérimental…)

Des aides sont proposées en fin de documents.

**Condition de mise en œuvre.**

Salle de travaux pratiques

Durée : 2h

|  |
| --- |
| **Mots clés de recherche :** Température, énergie interne, capacité thermique massique. |

**Fiche à destination des enseignants**

**Première STI2D**

**Activité expérimentale et documentaire : Quel matériau pour un radiateur à accumulation d’énergie ?**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Type d'activité*** | **Expérimentale et documentaire** | |
| ***Références au programme :*** | Thème : **Énergie**  Sous thème :  **Énergie interne** | |
| **Notions et contenus**   * Température, * énergie interne, * capacité thermique massique. | **Capacités exigibles**   * **Mesurer des températures** * **Exprimer, calculer la variation d'énergie interne d'un solide, d'un liquide lors d'une variation de température** * **Définir et exploiter la capacité thermique massique** * **Réaliser expérimentalement le bilan thermique d’une enceinte en régime stationnaire.** |
| ***Compétences***  ***mises en œuvre*** | * S’approprier * Réaliser * Valider * Communiquer * Etre autonome, faire preuve d’initiatives | |
| ***Conditions***  ***de mise en œuvre*** | Durée : 2h en salle de travaux pratiques | |

Niveau 1 STI2D.

Chapitre « énergie interne ».

Séance qui peut être introductive au chapitre « énergie interne ».

Activité documentaire et expérimentale qui peut être réalisée en groupe de 3 ou 4 élèves, lors d’une séance de 2 heures en demi-groupe.

Les élèves peuvent avoir une grande part d’autonomie si le sujet est traité sans les aides *(disponibles en fin de document).*

Pour les élèves moins autonomes, le professeur peut se déplacer et discuter facilement avec eux et leur transmettre ponctuellement une aide *(disponibles en fin de document)* afin de débloquer une situation.

Le matériel nécessaire :

- Ordinateurs muni d’écouteurs.

- Ou ordinateur professeur muni d’enceintes.

- Calorimètre.

- Eprouvette graduée (500mL).

- Balance.

- Thermomètre.

- Différents solides (Acier, Aluminium, Plomb, Fer, …) attaché à un fil.

- Eau.

- Bouilloire ou bain marie.

Un exercice de type « Résolution de problème », comparant deux types de radiateurs électriques (basique et à accumulation d’énergie), peut être distribué en fin de séance pour être traité par les élèves chez eux ou en classe entière.

Remarque :

Attention avec l’eau bouillante et les solides chauffés. L’enseignant devra déposer les différents solides chauffés dans le calorimètre des élèves.

Le protocole expérimental peut être discuté à l’Oral ou rédigé à l’Ecrit.

Une feuille « annexe » peut être utilisée pour ordonner les résultats de la manipulation.

Possibilité d’étudier différents solides dans chaque équipe ou que tous les élèves étudient les mêmes solides (faire des moyennes des résultats).

*Capacités exigibles :*

* *Mesurer des températures*
* *Exprimer, calculer la variation d'énergie interne d'un solide, d'un liquide lors d'une variation de température*
* *Définir et exploiter la capacité thermique massique*
* *Réaliser expérimentalement le bilan thermique d’une enceinte en régime stationnaire*

1. **But**

Découvrir le principe de fonctionnement d'un radiateur à accumulation d'énergie et déterminer expérimentalement la capacité thermique massique de certains matériaux.

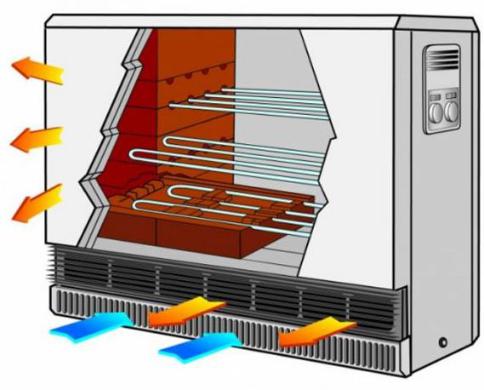
1. **Situation de départ**

Vous êtes élève de 1STI2D et débutez un stage dans un bureau d'étude thermique. Votre maître de stage travaille sur un projet de rénovation de maison, respectant la RT 2012. Les anciens radiateurs électriques consomment beaucoup trop d’électricité.

Dans le cadre de votre stage et parce qu'il connait la réputation de cette filière, il n'hésite pas à vous confier une partie de l'étude. Il vous demande alors de réfléchir à ces deux questions :

**Les radiateurs à accumulation d’énergie sont-ils une bonne alternative ?**

**Quel est l'intérêt d’utiliser des briques réfractaires dans les systèmes de chauffages électriques dits à « accumulation d’énergie » ?**



**Document 1 : vidéo Radiateur à inertie**

<https://www.thermor.fr/videos-produits/comment-fonctionnent-les-radiateurs-chaleur-douce-a-inertie>

**Document 2 : Les radiateurs à accumulation d’énergie, qu’est-ce que c’est ?**

Les radiateurs électriques appelés accumulateurs emmagasinent l'énergie durant les périodes de tarifications avantageuses (heures creuses) des distributeurs d'électricité.

Un matériau stocke l’énergie produite par plusieurs résistances. Selon la configuration, l’énergie thermique est redistribuée soit en continu, soit uniquement en journée pendant la tarification heures pleines.

La brique réfractaire utilisée pour stocker l’énergie possède une capacité thermique massique de 840 J.kg-1.°C-1, c'est à dire qu'il faut fournir 840 J à une brique de de 1 kg pour élever sa température de 1 degré.

L’énergie est accumulée durant les 8 heures de tarification réduite et est restituée pendant les 16 heures durant lesquelles l'électricité est facturée plein tarif.

Cette capacité d'accumulation thermique se traduit par la possibilité pour 350 kg de briques de stocker environ 60 kWh d’énergie (durant les 8 heures de tarification réduite) et de restituer ensuite pendant 16 h l’équivalent d’une puissance de chauffe de 3,75 kW.

*D’après* [***http://www.radiateur-electrique.org/radiateur-accumulation.php***](http://www.radiateur-electrique.org/radiateur-accumulation.php)

1. Expliquer en quelques lignes l’intérêt financier pour un particulier d’un chauffage à accumulation plutôt qu’un chauffage électrique classique.

**2.** Vérifier, par un calcul, qu’une puissance de chauffe de *3,75 kW* pendant *16h* correspond bien à une énergie stockée d’environ *60 kWh*.

1. **Énergie et Capacité thermique massique**

**Document 3: Vidéo Énergie et Capacité thermique massique**

[*http://bit.ly/2iogKl9*](http://bit.ly/2iogKl9)

Regarder ATTENTIVEMENT la **vidéo.**

**Document 4 : Quantité d’énergie thermique transférée Q**

Si on veut élever la température d'un système (solide ou liquide) d’une température initiale **Ti** à une température finale **Tf**, il faut augmenter son **énergie interne U** en lui apportant une certaine quantité d'énergie thermique **Q**.

Cette quantité d'énergie thermique transférée **Q** dépend :- du matériau constituant le système **c** - de la masse **m** du système à chauffer - de la variation de température **Tf - Ti**

Cette quantité d’énergie thermique transférée se calcule par**: ΔU= Q = m .c . (Tf - Ti)**

**Document 5 : Définition Capacité thermique massique c**

**La capacité thermique massique c** d’un corps correspond à l’énergie qu’il faut fournir à 1 kg de ce corps pour élever sa température de 1 K ou 1°C.

**Certains corps peuvent accumuler d'avantage d'énergie que d'autres** : leurs capacités thermiques massiques sont importantes. La capacité thermique massique c dépend de la substance constituant le solide ou le liquide.

**3.** Recopier la formule et donner les **noms** et les **unités** de chacun des termes.

**4.** Compléter les valeurs manquantes dans le tableau ci-dessous.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Substance | Fer | Laiton | Béton | Aluminium | Acier | Brique | Eau |
| c (J. kg-1.K-1) | 460 | ...... | 880 | 900 | 502 | 840 | .......... |

**5.** Quel matériau choisir pour stocker le plus d’énergie au sein du radiateur? Pourquoi ?

1. **Manipulations**

On **cherche à déterminer la capacité thermique massique des solides inconnus**, afin de voir si l’on dispose d’un matériau plus performant que la brique.

Pour cela on va mesurer, dans un calorimètre (supposé « **parfait** ! », c’est-à-dire qui n’échange ni d’énergie avec l’extérieur, ni avec l’intérieur) :

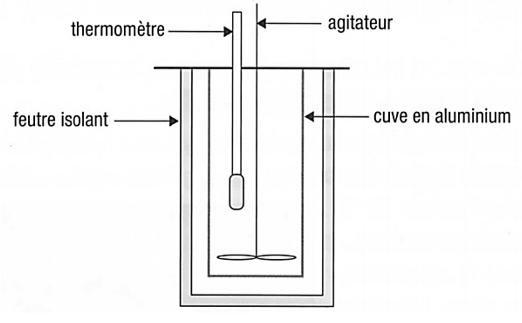
- l’énergie thermique reçue **Q1** par l’eau froide

- l’énergie thermique cédée **Q2** par un solide chaud (placé **initialement** dans l’eau bouillante)

**Document 6 : Qu’est-ce qu’un calorimètre ?**

Un calorimètre est une enceinte fermée et isolée du milieu extérieur. Les corps placés dans le calorimètre peuvent échanger de l’énergie entre eux mais pas avec le milieu extérieur.

Nous considérerons lors de la réalisation de notre expérience que le calorimètre est en équilibre thermique avec l’eau qu’il contient (ils sont à la même température).



L’énergie est en joule (J).

**6.** Énoncer oralement votre protocole expérimental afin de déterminer **csolide**, en tenant compte du matériel à votre disposition. *(Aide 1 à 2 disponibles)*

**7.** À vous de manipuler !

1. **Exploitations**

Bilan thermique :

**8.** Calculer la capacité thermique massique **csolide** du solide étudié. Quel est ce métal? *(Aide 3 à 7 disponibles)*

**9**. Identifier toutes les sources d'erreur lors de la détermination de la capacité thermique massique. (*Aide 8 disponible)*

**10**. Évaluer les incertitudes liées aux mesures de la masse et de la température, et en déduire celle relative à la capacité thermique massique. *(Aide 9 disponibles)*

**11.** Le solide que vous avez étudié peut-il rivaliser avec la brique dans le cadre d'un radiateur à accumulation d'énergie? Répondre aux deux questions introductives.

………………………………………………………………………………………..

***AIDE 1***

Avant d’établir votre protocole expérimental, discutons ensemble:

* Que faut-il connaitre pour calculer **Q1** ?
* Que faut-il connaitre pour calculer **Q2** ?

………………………………………………………………………………………..

***AIDE 2***

**1.** Choisir un morceau de métal et déterminer sa masse M2.

**2.** Le porter à la température Ti métal = 100°C en le mettant dans l’eau bouillante de la casserole (attendre suffisamment longtemps). Il ne faut pas que ce morceau de métal touche le fond de la casserole (qui n’est pas à 100∘C).

**3.**  Mettre une masse m1 d’eau dans le calorimètre. Noter la température Ti eau de l’eau.

**4.** Immerger le morceau de métal dans l’eau du calorimètre.  
**Homogénéiser en agitant.**

**5.** Relever Tf à l’équilibre thermique.

………………………………………………………………………………………..

***AIDE 3***

Le système {eau} :

**a.** Exprimer et calculer l’énergie thermique reçue **Q1** par l’eau froide.

Le système {échantillon solide} :

**b.** Exprimer l’énergie thermique cédée **Q2** par le solide chaud.

………………………………………………………………………………………..

***AIDE 4***

Le système {eau} :

**a.** Quelle est la variation de température de l’eau dans le calorimètre ?

**b.** L’eau dans le calorimètre a-t-elle gagné ou perdu de l’énergie?

**c.** Exprimer et calculer l’énergie thermique reçue **Q1** par l’eau froide.

Le système {échantillon solide} :

**d.** Quelle est la variation de température du solide dans le calorimètre ?

**e.** Le solide dans le calorimètre a-t-il gagné ou perdu de l’énergie?

**f**. Exprimer l’énergie thermique cédée **Q2** par le solide chaud.

………………………………………………………………………………………..

***AIDE 5***

Bilan thermique :

En supposant que les transferts thermiques avec l’extérieur et l’intérieur du calorimètre sont négligeables, et en vous aidant du document 6 :

Trouver une relation entre Q1 et Q2.

………………………………………………………………………………………..

***AIDE 6***

La somme des énergies échangées, dans le calorimètre « parfait », est nulle.

Traduire cette phrase sous forme d’équation.

………………………………………………………………………………………..

***AIDE 7***

**Q1 + Q2 = 0**

L’énergie reçue par un corps est comptée positivement.

L’énergie cédée par un corps est comptée négativement.

En déduire la capacité thermique massique **csolide** du solide étudié.

………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………..

***AIDE 8***

En TP il faut toujours être critique sur son résultat expérimental. Pour valider un résultat et réfléchir sur d’éventuelles erreurs, vous pouvez vous aidez de la méthode des 5 M :

- La Méthode utilisée par le scientifique (mesurage unique, prélèvement, pesée...)

- Le Moyen: le matériel utilisé par le scientifique (voltmètre, balance, luxmètre...)

- Le Milieu: les conditions environnementales (température, pression,...)

- La Main d’œuvre : le technicien effectuant la mesure

- La Matière: le produit que l’on mesure pouvant perturber l’appareil de mesure

………………………………………………………………………………………..

***AIDE 9***

<https://www.lycee-champollion.fr/IMG/pdf/mesures_et_incertitudes.pdf>

………………………………………………………………………………………..

ANNEXE:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | **Eau** | **Solide** |
|  | Températures initiales (°C) | Teau =….. | Tsolide =…… |
|  | Températures finales (°C) | Tfin =…. | Tfin =….. |
|  | Variations de températures (°C) | ∆Teau = Tfin - Teau =…… | *∆*Tsolide*= Tfin - T*solide *=……* |
|  | Masses des corps | meau = ... g | msolide = ... g |
| Capacités thermiques massiques (J.kg-1.°C-1) | | **c**eau=…………………….. |  |
| Variation d'énergie interne (Joule) | | ∆Ueau = Q =…………………………. | ∆Usolide = Q =……………………… |