

Récupération d'énergie thermique perdue, grâce à l'effet Seebeck.

Une proportion bien trop grande de l'énergie produite par l'Homme est perdue sous forme de chaleur. La récupérer serait un grand pas en avant car cela permettrait, de faire des économies d'argent individuellement et, à plus grande échelle, de réduire l'impact environnemental de notre production d'énergie.

La crise climatique actuelle remettant particulièrement en cause les villes pour leur impact environnemental, l'objectif est de trouver une solution d'optimisation énergétique afin de réduire les pertes que peuvent occasionner des systèmes de chauffage urbain, sans pour autant affecter le confort des habitants.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique de la Matière).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>thermoélectricité</i>	<i>thermoelectricity</i>
<i>effet Seebeck</i>	<i>Seebeck effect</i>
<i>chaleur</i>	<i>heat</i>
<i>semi-conducteurs</i>	<i>semi-conductor</i>
<i>écologie</i>	<i>environmental movement</i>

Bibliographie commentée

De nos jours, où la crise écologique et le problème énergétique sont prépondérants dans la recherche, un moyen pour obtenir de l'énergie durable avec le moins d'impact écologique serait salvateur, du moins en partie. Cependant, l'idée d'économiser et surtout d'optimiser l'énergie déjà existante plutôt que d'en créer plus paraît la plus raisonnable.

[3] Effectuant mes recherches sur les différents moyens pour récupérer de l'énergie, je me suis rapidement tourné vers l'effet Seebeck, effet thermoélectrique découvert par Thomas Johann Seebeck en 1821, permettant, à partir d'une différence de température de deux matériaux conducteurs (cuivre et bismuth), d'obtenir une tension électrique à leur jonction. [1] Pour ce faire les porteurs de charges (électrons ou trous) se massent de part et d'autre de la jonction sous l'effet du flux de chaleur imposé, créant ainsi une différence de potentiel et donc une tension. [5] L'effet inverse existe aussi, appelé effet Peltier, découvert par ce dernier en 1834, qui permet de transformer une tension en un gradient de température. Ce phénomène est plus largement utilisé, notamment dans le domaine frigorifique. [6] Ces deux effets ainsi que l'effet Thomson ont été mis en corrélation directe par ce dernier en 1851.

[2] Ce phénomène a de nombreux avantages, notamment une absence de système mécanique et de

désagréments sonores. De plus, la durée de vie d'un module Peltier (permettant cette conversion) est supérieure à 20 ans s'il n'est pas abimé par des contraintes physiques. [4] Cependant, malgré ce potentiel, l'utilisation de ce phénomène s'est jusqu'à présent limitée à un marché restreint tel que l'aérospatial, avec les sondes Voyager 1 et 2.

[6] En effet, il s'avère que le rendement énergétique est assez médiocre avec des matériaux conducteurs classiques. Robert Bunsen et Joseph Stefan ont cependant découvert que les matériaux semi-conducteurs permettent d'obtenir des rendements très supérieurs. [7] Ces matériaux ont des valeurs de gap faibles (quelques dixièmes d'eV), ils se comportent donc comme des isolants mais avec une meilleure conductivité. On peut de plus les doper, c'est-à-dire rajouter des atomes dont le niveau atomique se situe dans la bande interdite mais proche de la bande vide/pleine (différence entre dopages P et N), ce qui augmente d'autant l'efficacité des matériaux, car cela augmente la différence de potentiel.

Les pertes sous forme de chaleur étant nombreuses dans les machines, et dans les systèmes de chauffage central (rendement de 90% en moyenne) très présents dans les bâtiments urbains, il serait intéressant de pouvoir récupérer partiellement cette énergie perdue, afin de pouvoir la réinjecter dans le réseau énergétique ou bien que des systèmes ne nécessitant que peu d'énergie puissent la réutiliser.

Ainsi nous allons mettre en œuvre plusieurs expériences pour vérifier en quelle mesure il est possible de récupérer de l'énergie, quels sont les avantages et inconvénients pratiques de cet effet et comment en tirer le plus de potentiel.

Problématique retenue

Comment récupérer le plus efficacement possible de l'énergie électrique en se servant de l'effet Seebeck, une généralisation est-elle alors possible ?

Objectifs du TIPE

- 1 Étude des caractéristiques du module peltier afin de trouver un positionnement et un branchement optimal sur une source de chaleur.
- 2 Mise en place de différentes expériences de récupération d'énergie, pour différents gradients de températures.
- 3 Étude d'un cas pratique, celui d'un croisement de tuyaux de températures différentes modélisant un système de chauffage central.
- 4 Conclusions sur le rendement de ces expériences et sur une éventuelle généralisation.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] JONAS ROUX-BRIFFAUD : La thermoélectricité
- [2] JEFF SMOOT : Facteurs importants pour l'amélioration de la fiabilité des modules Peltier : <https://www.digikey.fr/fr/articles/important-factors-for-improved-peltier-module-reliability>
- [3] NICOLAS MAZAS, CHRISTOPHE COLSON : Récupération de l'énergie : http://vincent.boitier.free.fr/LPCCSEE/BE/RECUP_NRJ/cpte%20rendus/CR%20Projet%20MAZ

AS-COLSON-%20recup%E9ration%20de%20l%27%E9nergie.pdf

[4] PAUL FOURMON : Vers des dispositifs thermoélectriques plus performants : *Substance*,
<https://substance.etsmtl.ca/dispositifs-thermoelectriques-plus-performants>

[5] BENOÎT BOUCHER : Athanase Peltier et la thermoélectricité : *l'actualité chimique*

[6] YANN APERTET : Réflexions sur l'optimisation thermodynamique des générateurs thermoélectriques : <https://theses.hal.science/tel-00942393>

[7] Projets expérimentaux de physique statistique, effet Seebeck et semi-conducteurs :
http://hebergement.univ-psud.fr/projetsdephysiquestatistique/documents/projets_seebeck_semicon_1213.pdf

DOT

[1] *Septembre - Novembre 2022: recherche de protocoles, large recherche bibliographique et mise en place du plan de réponse à la problématique choisie.*

[2] *Décembre 2022: première expérience: création d'un module Peltier "maison" avec des matériaux de récupération, difficultés pour avoir un module solide et fixe.*

[3] *Janvier 2023: détermination précise de la bibliographie, attente d'une commande de 3 modules Peltier*

[4] *Février - Mars 2023: expériences avec plusieurs modules Peltier, difficultés à obtenir un signal stable, besoin d'assistance et de plusieurs expériences pour établir des valeurs moyennes et des incertitudes de type A*

[5] *Mai 2023: dernière expérience, tentative de modélisation d'un croisement de tuyaux trouvable dans un système de chauffage central, conclusions*