

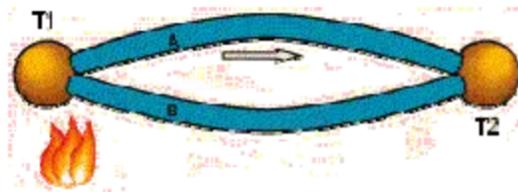
Effet thermoélectrique. Construire un thermomètre.

Anbergen Bernadette

Phénomènes thermoélectriques.

Effet Seebeck.

Thomas Johann Seebeck (1770-1831) est le premier à avoir mis en évidence le fait que dans un circuit fermé constitué de deux conducteurs de nature différente (un métal A et un métal B), il circule un courant lorsqu'on maintient entre les deux jonctions une différence de température. Ce courant est dû à l'apparition d'une force électromotrice (\vec{f}_{em}) directement liée à la différence entre les températures T_1 et T_2 des deux jonctions.



Seebeck avait composé un circuit fermé, avec un barreau de bismuth et une lame de cuivre, soudés bout à bout. Il fit chauffer l'une des deux soudures, et il constata aussitôt que le circuit était parcouru par un courant électrique, allant de la soudure chaude à la soudure froide.

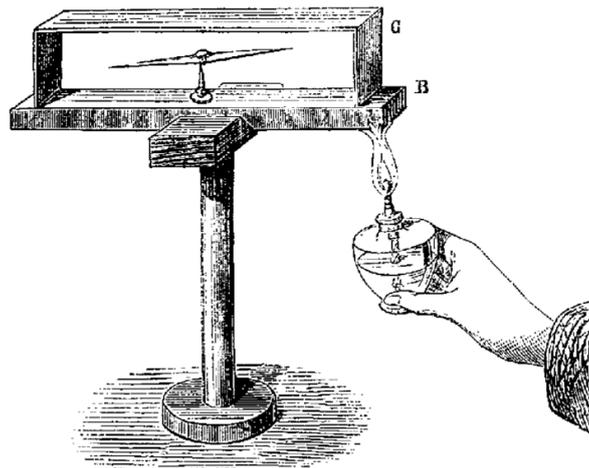
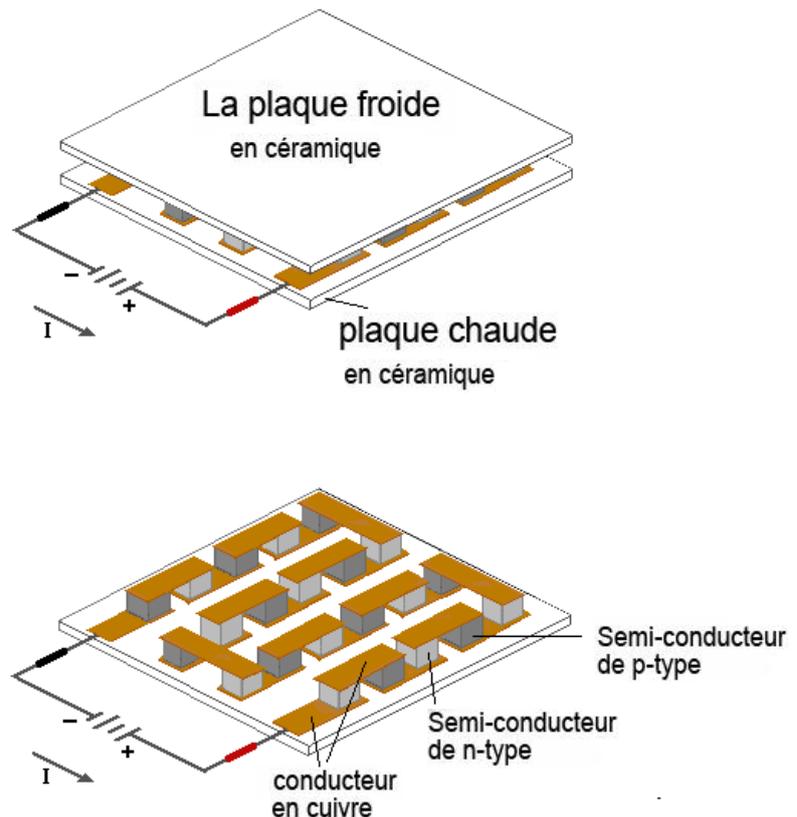
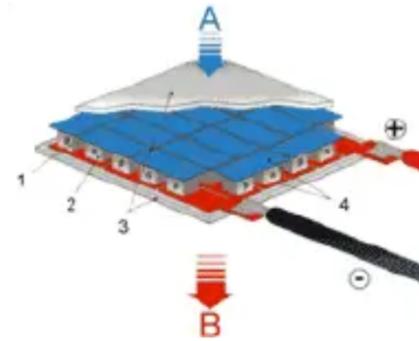


Fig. 348. — Expérience de Seebeck.

L'expérience se fait sans difficulté avec l'appareil représenté par la figure 348 et dont l'élément essentiel est une aiguille aimantée, mobile sur un pivot, placée entre une lame de cuivre, CC, et une lame de bismuth, BB, soudées par leurs extrémités. Lorsqu'on chauffe, par la flamme d'une lampe à alcool, l'une des deux soudures, l'aiguille est aussitôt déviée, ce qui indique la présence d'un courant électrique.

L'effet Peltier.

Jean Charles Athanase Peltier, physicien français (1785-1845) est connu pour sa découverte en 1834 de l'effet Peltier: c'est lorsqu'un courant électrique passe dans une jonction de deux conducteurs de métaux différents, on observe une augmentation ou une baisse de température selon le sens du courant; la quantité de chaleur dégagée ou absorbée étant proportionnelle à l'intensité du courant. C'est, en quelque sorte, l'inverse de l'effet Seebeck. Le passage d'un courant peut donc absorber de la chaleur; on utilise cet effet dans certains petits réfrigérateurs ou pour le refroidissement de circuits électriques.



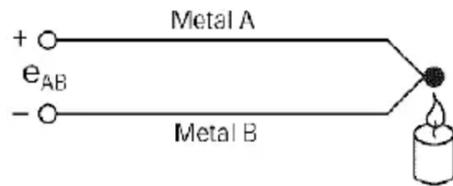
L'effet Thomson.

Découvert par lord Kelvin. L'effet Thomson se rapporte à la production, ou à l'absorption, de chaleur provoquée par le passage d'un courant dans une portion de conducteur, en présence d'une différence de température entre les extrémités du tronçon.

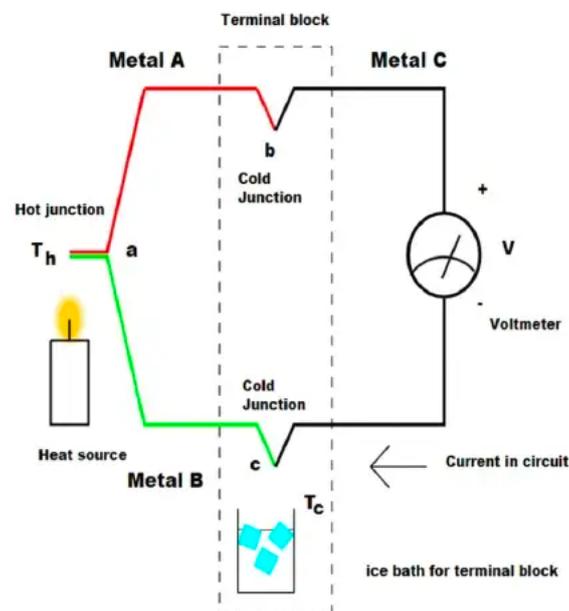
Le thermocouples.

Principe de fonctionnement.

Un thermocouple utilise principalement l'effet Seebeck afin d'obtenir une mesure de la température. Si on réunit à une extrémité deux fils métalliques de natures différentes et que l'on élève la température de cette extrémité, il apparaît une tension e_{AB} aux extrémités restées libres. Il est possible de déterminer la température de l'extrémité chauffée à partir de la mesure de e_{AB} . On appelle:



- Soudure chaude: Jonction de l'ensemble thermocouple soumis à la température à mesurer: c'est la jonction Capteur.
- Soudure froide: Jonction de l'ensemble thermocouple maintenu à une température connue ou à 0 °C: c'est la jonction Référence.



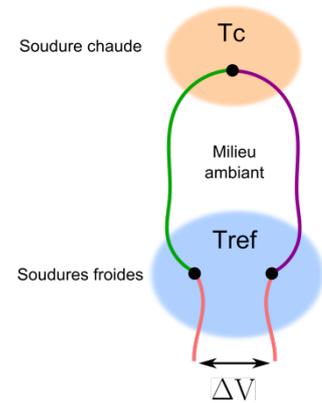
Matériel:

- Une bouilloire électrique.
- ½ L d'eau.
- Un thermomètre digital.
- Un voltmètre ou multimètre.
- 2 fiches bananes.
- 50 cm de fil de cuivre.

- 50 cm de fil de constantan (ou autre métal, différent du cuivre (les deux fils doivent avoir environ le même diamètre).
- Un morceau de papier émeri.

Préparation de l'expérience:

- Dénuder au moyen du papier émeri les extrémités des deux fils métalliques sur environ 2 cm.
- Fixer une fiche banane à l'extrémité de chaque fil.
- Placer l'une sur l'autre les deux autres extrémités des deux fils et les torsader de façon serrée (C'est la jonction).



Mode opératoire.

- ❖ Porter l'eau à ébullition dans la bouilloire.
 - ❖ Raccorder les fiches bananes au voltmètre afin de mesurer une tension.
 - ❖ Plonger la jonction (l'extrémité torsadée) dans l'eau en ébullition. Le voltmètre indique une valeur.
 - ❖ Etalonner le thermomètre:
 - Plonger le thermomètre digital dans l'eau et éteindre la bouilloire.
 - Repérer simultanément la température indiquée au thermomètre et la tension lue au voltmètre.
- Tracer le graphique de la tension en fonction de la température.
Le graphique est linéaire, indiquant que la différence de potentiel est proportionnelle à la différence de température.
On peut prolonger le graphique au-delà des valeurs mesurées puisque la relation est linéaire.
- ❖ Utilisation du thermomètre:
 - Placer la jonction là où vous désirez mesurer la température et mesurer la tension.
 - Trouver la température correspondante, à partir du graphique

Explication intuitive.

Cet effet thermoélectrique est appelé l'**effet Seebeck**. Une différence de potentiel apparaît à la jonction de deux matériaux soumis à une différence de température source chaude et source froide.

L'utilisation la plus connue de l'effet Seebeck est la mesure de température à l'aide de thermocouples. Cet effet est également à la base de la génération d'électricité par effet thermoélectrique.

Le thermocouple est constitué de deux conducteurs de nature différente, connectés ensemble. La jonction est introduite dans le milieu où on veut mesurer la température; ce milieu constitue la source chaude (générateur d'énergie).

L'autre extrémité du conducteur se trouve à la température ambiante et le milieu constitue la source froide.

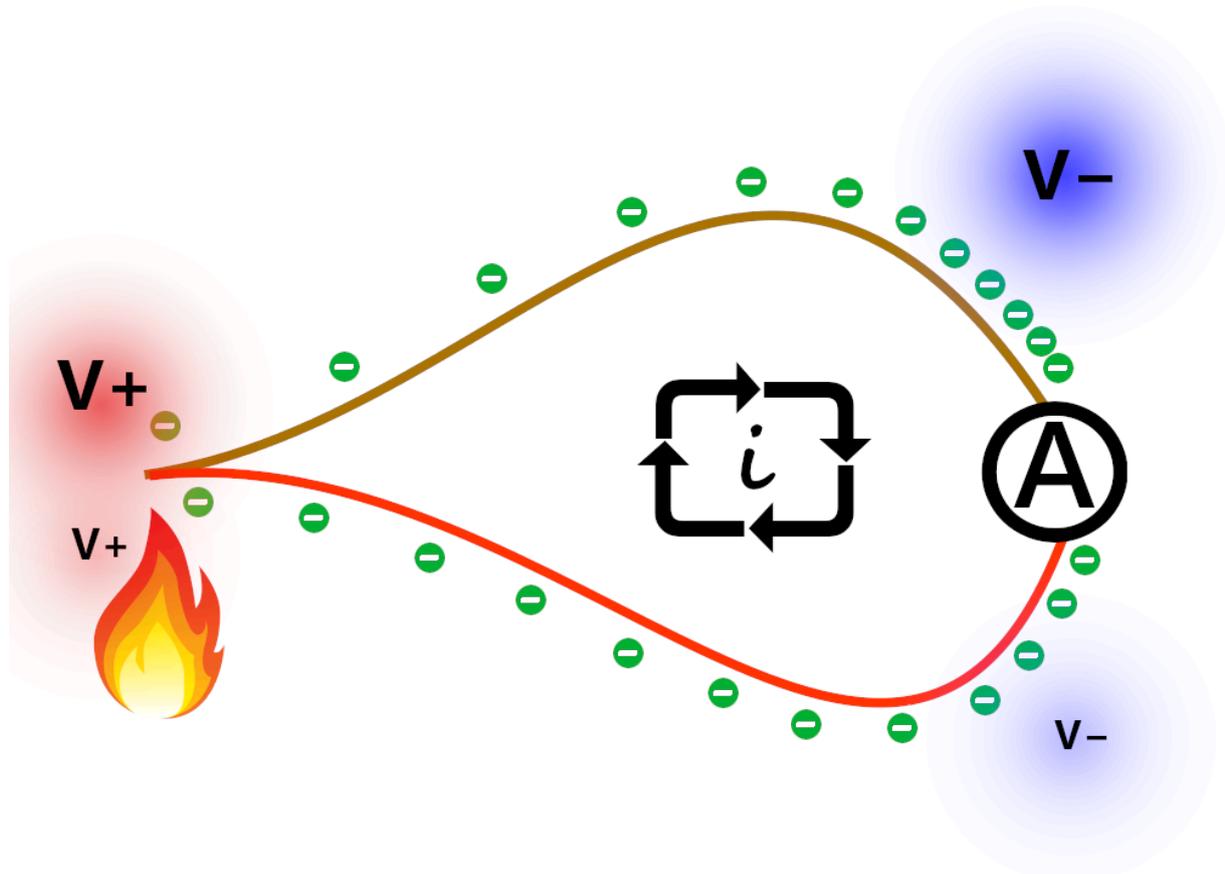
Les électrons mobiles dans les métaux soumis à une différence de température, vont se déplacer de la source chaude vers la source froide. La vitesse de déplacement dépend de la nature des conducteurs.

L'ensemble des électrons aura tendance à migrer vers le conducteur où la vitesse est la plus grande. Ce déplacement d'électrons constitue un courant électrique et il y aura donc une différence de potentiel mesurable entre les deux autres extrémités de chacun des conducteurs. Plus la différence de température entre la source chaude et la source froide est grande, plus la différence de potentiel est élevée.

Le principe inverse, appelé effet Peltier, permet par exemple à de mini-réfrigérateurs ou à des modules électroniques de générer du froid à partir d'une tension électrique.

Pour en savoir plus...

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Thermoélectricité>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Thermocouple>
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_Peltier
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Refroidissement_thermoélectrique

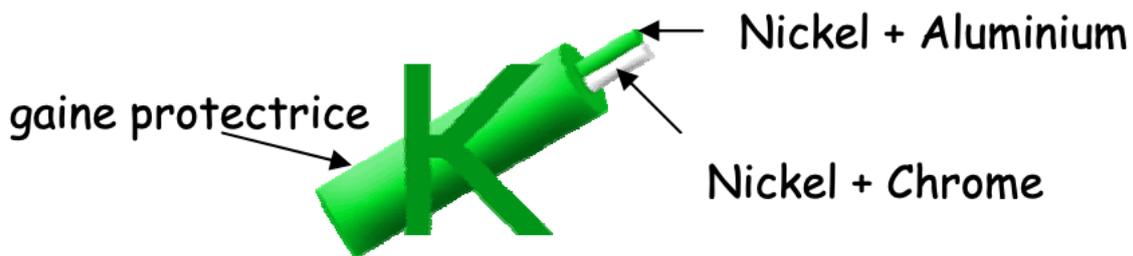


Effet Seebeck: les électrons migrent dans le même sens dans les deux fils, mais ils migrent davantage dans le fil jaune: c'est donc dans ce sens que le courant finit par circuler au sein de la boucle complète.

*Effet thermoélectrique.
Construire un thermomètre.*

En physique, les thermocouples sont utilisés pour la mesure de températures. Ils sont bon marché et permettent la mesure dans une grande gamme de températures. Leur principal défaut est leur précision: il est relativement difficile d'obtenir des mesures avec une erreur inférieure à 0,1-0,2°C. Notons que les thermocouples ne mesurent pas à proprement parler une température mais une différence de température. Un thermocouple est constitué de deux conducteurs de matériaux différents qui sont reliés ensemble, comme dans la première expérience réalisée ci-dessus.

Exemple: Le thermocouple K est constitué de 2 conducteurs: Un en nickel + chrome et l'autre en nickel + aluminium.



Utilisation des thermocouples : Pour mesurer une température inconnue, l'une des deux jonctions doit être maintenue à une température connue, par exemple celle de la glace fondante (0 °C). Il est également possible que cette température de référence soit mesurée par un capteur (température ambiante, par exemple).

Symbole	Métaux	Domaine de Température (°C)
K	Ni-Cr (+)	0 à +1100
	Ni-Al (-)	
T	Cu (+)	-185 à +300
	Cu-Ni (-)	
J	Fe (+)	+20 à +700
	Cu-Ni (-)	
E	Ni-Cr (+)	0 à +800
	Cu-Ni (-)	
N	Ni-Cr-Si (+)	0 à +1250
	Ni-Si (-)	

Thermocouples à base de métaux courants.