



# printemps des sciences

Avec le soutien de la Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique

Sciences extrêmes

19 - 25 mars 2007



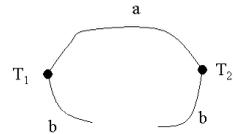
## Le fonctionnement d'une bougie

Haute École Libre de Bruxelles Ilya Prigogine

Département Technique HELB INRACI - Section Électronique - Laboratoire d'applications à microprocesseur

### Mesure de la température à l'aide d'un thermocouple

Les deux métaux a et b, de natures différentes, sont reliés par deux jonctions aux températures T1 et T2. Par effet Seebeck, le thermocouple génère une différence de potentiel qui dépend de la différence de température entre les jonctions T1-T2. Notons que les thermocouples ne mesurent pas à proprement parler une température mais une différence de température. 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).



Prenons par exemple un thermocouple cuivre / constantan avec respectivement, selon le schéma, "a" du constantan et "b" du cuivre. En instrumentation industrielle, on appelle "soudure chaude" celle qui sera exposée à la T° à mesurer. L'autre, appelée "soudure froide", n'est autre que la connexion de la sonde thermocouple avec le module de mesure.

Le thermocouple de type K (Chromel (alliage nickel + chrome) / Alumel (alliage nickel + aluminium)) est le plus standard. Il permet une mesure dans une gamme de température large : -200°C à 1200°C.

Il est relativement aisé de compenser la soudure froide à l'aide d'un capteur de température ambiante associé à un circuit électronique.

### Comment fonctionne une bougie ?

Le rôle de la mèche est d'absorber la cire liquide et de la "pousser vers le haut" pendant que la bougie brûle. Pour cette raison la mèche doit avoir une forte action capillaire. Cette capacité d'absorption est très importante car la paraffine est un hydrocarbure lourd extrait du pétrole.

Lorsqu'on allume une bougie la cire fond dans et autour de la mèche. La mèche absorbe la cire liquéfiée et la force capillaire la pousse vers le haut. La chaleur de la flamme vaporise la cire et c'est cette vapeur de cire qui brûle.

Il est simple de vérifier que c'est un gaz qui brûle et non la cire liquide en réalisant deux expériences simples:

1. Placez une extrémité d'un petit tube en verre dans la flamme d'une bougie à un angle de 45°. Vous pouvez enflammer l'autre extrémité du tube et obtenir une deuxième flamme alimentée par le gaz.
2. Lorsque vous soufflez une bougie, vous remarquez qu'un filet de vapeur blanche s'élève de la mèche. Cette vapeur blanche est de la vapeur de paraffine. Si vous approchez une allumette enflammée de ce filet de vapeur, la flamme va descendre le long du filet et rallumer la bougie.

La mèche ne brûle pas parce que la cire, qui passe à l'état de gaz, refroidit la mèche et la protège.

La paraffine est inflammable, mais elle doit pour ce faire atteindre une température assez élevée. C'est ce qui fait le miracle des bougies: seule la petite quantité de cire à proximité de la mèche est assez chaude pour se vaporiser et brûler!



### Mesure de la température de la flamme d'une bougie

Il est aisé d'explorer la flamme d'une bougie à l'aide d'un thermocouple afin d'en découvrir son étonnante complexité.

À la base de la mèche, la flamme est transparente. C'est la zone la plus "froide" de la flamme (500°C). Ceci s'explique par le fait que, pour qu'il y ait combustion, il faut à la fois un combustible et la présence d'oxygène pour permettre la combustion. L'oxygène est naturellement présent dans l'atmosphère, à l'extérieur de la flamme, mais la plus grande partie est utilisée avant d'arriver dans la zone proche de la mèche, ce qui explique la température relativement basse.

Si il y a assez d'oxygène et pas trop de vapeur de paraffine (d'où l'importance de choisir la bonne taille de mèche), toutes les particules de suie sont consumées dans la flamme et la bougie ne produit que de la lumière, de la chaleur, de l'eau et du dioxyde de carbone.

Si la flamme est trop "riche", une partie de la suie produite s'échappe de la flamme (sans avoir été brûlée) et se retrouve dans l'atmosphère.

Un peu plus haut le contour inférieur de la flamme est bleu. Cette lumière bleue est due à l'émission du carbone gazeux.

Juste au-dessus de la mèche, la flamme est orange. Là aussi l'oxygène a du mal à arriver. La température dans cette zone atteint les 800°C.

Au-dessus, c'est la zone de combustion: la flamme est jaune. C'est dans cette zone que les particules de suie brûlent comme du charbon et produisent de la lumière. La température dans cette zone est de l'ordre des 1000 °C. Plus on s'approche de l'extérieur de la flamme, plus l'oxygène est présent et plus la température est haute.