

Congélateur pour micro-coupes

Les grands laboratoires de biologie disposent de dispositifs de congélation adaptés à leurs microtomes professionnels. Le prix de ces appareils les met hors de portée d'un mycologue amateur.

Nous avons réfléchi à la conception d'un congélateur efficace à prix raisonnable.

Pour cela nous avons mis en œuvre un module dit « Peltier ».

Pour dire très simplement, un module Peltier est un ensemble de thermocouples (liaison de deux métaux différents) montés en série entre deux plaques de céramique, les faces chaudes et froides étant respectivement opposées et disposées sur chaque face.

De par les propriétés des effets Peltier et Thomson, ce module fait apparaître une différence de température entre ses faces lorsqu'on le fait traverser par un courant (pour mémoire, l'effet est réversible).

Si l'on inverse le sens du courant les températures s'inversent également.

On dispose donc, avec un module Peltier, d'un dispositif permettant de « fabriquer » de la chaleur ou du froid par rapport à la température ambiante.

La différence de température Δt entre les faces peut atteindre théoriquement 65°C, et l'on peut « cascader » les dispositifs pour augmenter cet écart.

Dans le cas de la congélation, le problème principal est d'évacuer la chaleur produite par l'autre face (à laquelle s'ajoute la chaleur produite par effet joule).

Chaque module Peltier a des caractéristiques optimales, sachant que si l'on augmente trop l'intensité (c'est à dire au-delà des valeurs maxi conseillées), l'effet joule prend le pas sur l'effet Peltier.

On peut bien sûr sous-alimenter le module, mais dans ce cas la différence de température maximum ne sera pas atteinte.

Notre congélateur pour micro coupes se compose des éléments suivants :

- Un module Peltier
- Une alimentation électrique
- Un système de fixation du module
- Un système de refroidissement de la face chaude

Première partie : simple et efficace

Dans cette première partie, nous décrivons un dispositif ne nécessitant qu'un minimum de travaux manuels et donnant d'excellents résultats, cela au prix d'une certaine rusticité.

Les premiers essais de refroidissement par simple convection naturelle n'ont pas permis d'atteindre un Δt suffisant, y compris avec des radiateurs relativement importants.

Nous avons alors pensé à utiliser le fluide calorporteur le plus efficace et le plus simple qui soit : l'eau.

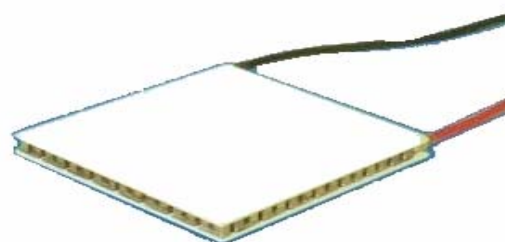
C'est par ailleurs le corps qui a la plus grande chaleur spécifique (4,2 J/kg.°C c'est à dire la plus grande quantité de chaleur -ou de froid- accumulable par Kg).

Dans cette première réalisation, il était évidemment impensable de mettre en œuvre un système de circulation par pompe.

Nous avons donc eu l'idée de faire simplement un système rustique de refroidissement par barbotage.

Le module :

Nous disposons d'un module de refroidissement thermoélectrique de Peltier Type Melcor CP1.0 -127-06L. I max 3A, delta T max 65°C, tension 15,4 V - Q max 25,7 W - nombre de couples 127 - dimensions 30 x 30 x 3,6 mm. Poids 12 g.
(voir autres références en fin d'article)



Alimentation électrique

L'idéal est de disposer d'une alimentation régulée réglable.

Pour ceux qui n'en disposeraient pas, j'ai cherché une solution simple de secours.

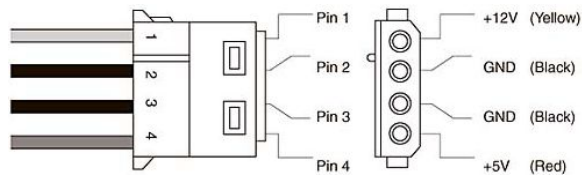
(NB : ne pas utiliser de chargeur de batterie automobile ou autre alimentation non régulée, sinon à l'extrême rigueur sur une tension de sortie bien inférieure à la tension maximum du Peltier.)

Récupérez un boîtier d'alimentation de PC .

Vérifiez sur l'étiquette du boîtier les caractéristiques de sortie : vous devez disposer d'un courant de sortie au moins égal au courant maximum du module Peltier (ici : 3 ampères).

Pour le +5 volts, pratiquement toutes les alimentations conviendront (sauf module de très forte puissance)

Pour simplifier, nous prendrons l'alimentation sur une fiche de sortie auxiliaire (4 broches, alimentation disque dur etc ...) car le brochage est identique sur tous les PC



Pour vérifier la faisabilité, nous avons fait des essais sur la sortie +5 volts (pour un maximum admissible de 15,4 volts ; vous pouvez d'ailleurs éventuellement vous procurer un module Peltier mieux adapté à la tension 5V)

Connecter le module entre le 0 (GND) et le +5V d'une fiche d'alimentation auxiliaire

Repérez la face chaude et la froide. Inversez les polarités pour constater que les températures s'inversent.

Attention : les attaches des fils du module sont très fragiles. Evitez de les plier.

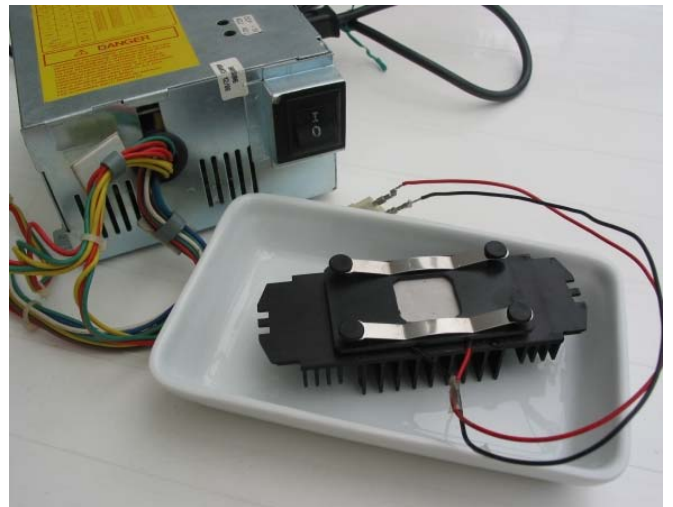
Radiateur et fixation :

Le problème posé par les modules disponibles aisément le commerce est qu'ils n'ont pas de dispositif simple de fixation prévu : ils ne peuvent être que collés ou serrés (délicatement).

Si, pour un prototype, on exclut le collage, il faut prévoir que le dispositif de serrage entre les faces ne comporte pas de pont thermique.

Solution proposée : Nous avons récupéré une unité centrale de Pentium II montée sur radiateur vertical (connecteur longitudinal -de toutes façons, votre PC n'a plus d'alimentation, maintenant...).

Toute autre solution, selon le radiateur disponible, est envisageable. Dans tous les cas, le radiateur devra être de dimension « confortable » (par exemple au moins 200 cm² de surface d'échange pour 25watts à dissiper).



Récupération du dispositif radiateur- pince :

L'UC Pentium II est pincé par deux ressorts plats entre le radiateur et une plaque plastique.

Pincer légèrement les bouts des 4 agrafes plastiques pour les sortir. NE PAS les détériorer. Séparer le Pentium du radiateur.

Faire un évidement dans la plaquette plastique de taille inférieure au module Peltier.

Remonter la plaquette et les deux pinces ressort. Ecarter la plaquette du radiateur à l'aide de deux petits leviers et insérer délicatement le module Peltier.

Utilisation :

Poser l'ensemble dans une cuve basse à fond plat le bac et verser de l'eau froide sans noyer le module.

Lors de nos essais, à température ambiante, une dizaine de gouttes d'eau posées sur la céramique gèle en moins de 15 secondes.

Agiter l'eau de temps en temps et penser à la changer dès qu'elle devient tiède.

Pour tester, nous avons rehaussé la surface froide à l'aide d'une pièce de cuivre. Le gel sur sa surface est retardé, mais la pièce de métal fait accumulateur de froid ce qui peut être intéressant.

Le matériel étant congelé, il est possible de sortir quelques instants l'appareil de la cuve en le laissant sous tension (aucun danger) pour mieux effectuer la coupe.

Nous avons ensuite posé une lamelle de microscope : trop isolante, il n'a pas été possible de congeler par-dessus. Même résultat avec une fine lame d'inox. Toute lame complémentaire devra donc avoir de bonnes propriétés de conduction (cuivre ou d'aluminium).

Autre application

A sec, et en inversant les polarités, nous disposons d'une mini chauffelette, utile pour les préparations au PEG.

Améliorations possibles :

-Utiliser de la graisse thermoconductrice sur toutes les surfaces de contact (4€ la seringue)

-Alimenter en 12volts.

Dans ce cas, pour pouvoir fonctionner, l'alimentation doit être chargée (résistance de 25 ohms, 5w environ sur le +5V - Dans le cas du +5V c'est le module Peltier qui est la charge de démarrage).

On pourra faire cette charge à l'aide d'une ampoule 12V 10W d'automobile.

-ajouter un permutateur +/- pour passer facilement du chaud au froid (décollage du matériel, chauffelette).

Fournisseurs divers de modules Peltier :

Les Cyclades (gare de Lyon, Paris, notre fournisseur)

Module de refroidissement thermoélectrique de Peltier

Type Melcor CP1.0 -127-06L. I max 3A, delta T max 65°C, tension 15,4 V - Q max 25,7 W - nombre de couples 127 - dimensions 30 x 30 x 3,6 mm. Poids 12 g. Ref 49-0351 21 € (ce n'est pas le meilleur prix)

Selectronic (de l'ordre de 15 à 20 €)

Conrad (sous google, chercher 'conrad' puis dans la page : 'Peltier')

De 10 à 40 €, les moins chers, hors frais de port (Le modèle testé est à 15.10 €)

Radiospare de 30 à 150 €, frais de port compris

(on y trouvera aussi des modules avec radiateur tout montés, mais le prix est assez élevé)

Arquié composants :de 15 à 18 €

<http://www.arquiecomposants.com/boutique/c275.html>

Possibilité de récupération sur une glacière d'automobile (en principe, tension d'alimentation maximum voisine de 15V)

Il faut noter que des modules existent qui sont bien plus puissants, mais resteront à résoudre les problèmes d'alimentation et surtout de refroidissement (circulation d'eau obligatoire pour les plus gros modules)

Développements en projet

Système de refroidissement à sec ou à circulation d'eau, réglage en continu du chaud au froid, asservissement en température.

Si ces développements ne posent aucun problème en ce qui concerne le principe, la réalisation mécanique de la première partie est bien plus délicate

A suivre ...