

## ***Fabrication d'une résistance chauffante***

La buée est un des plus gros problèmes des astrophotographes ou des possesseurs de Schmidt Cassegrain. A partir d'une certaine température, elle se dépose sur les optiques de verre, perturbant les observations jusqu'à les rendre impossible. Il existe plusieurs moyens de lutter contre la buée (sèche cheveux, par buée...), le plus confortable étant l'utilisation d'une résistance chauffante. Voici un procédé de fabrication d'une résistance chauffante pour télescope de 200mm. Le montage reste le même pour des diamètres inférieurs, seules les caractéristiques des composantes changent. Nous verrons comment déterminer les composantes électroniques à utiliser, puis comment réaliser un montage simple et peu onéreux (si on compare avec le prix des résistances chauffantes existantes).

### ***Un peu de théorie***

La buée ne se dépose sur les optiques de verre que sous certaines conditions de température et d'humidité de l'atmosphère. Tant que, sous un pourcentage d'humidité fixé, la température est supérieure à celle du point de rosée (voir fin du document, digramme de Mollier), elle ne risque pas de se déposer, mais tout au long de la nuit, la température va baisser et le point de rosée sera presque toujours atteint. Il suffit donc de « réchauffer » à peine les optiques pour que leurs températures s'éloignent de ce point de rosée : d'où le principe de la résistance chauffante. Il suffira se placer tout autour des optiques, par exemple la lame de Schmidt d'un C8, une série de résistances parcourues par un courant et dissipant par effet Joules une chaleur suffisante.

Il est admis que pour un 200mm, la résistance doit fournir une puissance de 9 Watts. Voici d'un tableau indiquant la puissance nécessaire en fonction du diamètre.

Diamètre	50mm	100mm	200mm	300mm
Puissance	1-2W	3W	9W	14-15W

Nous prendrons l'exemple d'un C8 de 203mm de diamètre : il nous faudra donc une puissance de 9 W.

### ***Un peu de calcul***

On dispose des deux relations suivantes :

Loi d'Ohm :  $\boxed{U = RI}$

Définition de la puissance :  $\boxed{P = UI}$

Ainsi en combinant ces deux expressions on a :  $\boxed{P = \frac{U^2}{R}}$

Sachant que l'on veut une puissance  $P=9W$  avec une alimentation classique  $U=12V$ , on en déduit dans notre exemple que :  $\boxed{R = 16 \Omega}$

Il s'agit donc de réaliser au moyen de plusieurs résistances, une résistance équivalente à 16 ohms bien répartie autour de la lame de Schmidt. Tenant compte du diamètre, il faudra des bandes de mousse isolante d'environ 80 cm de long dans lesquelles seront placées les résistances. On enroulera

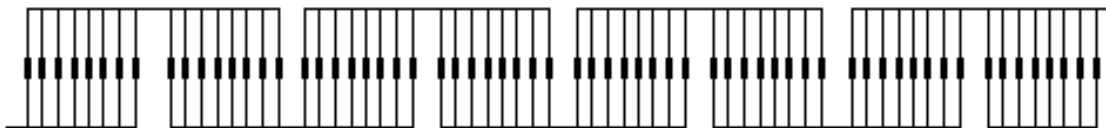
ensuite les bandes autour du tube du télescope. J'ai choisi dans l'exemple d'utiliser une soixantaine de résistance pour pouvoir les répartir tout le long de la bande, pas trop éloignées les unes des autres pour une répartition de la chaleur la plus homogène possible. Il existe une infinité de manière de parvenir à une résistance équivalente de 16 ohms, et c'est à chacun de choisir en fonction de son cas.

Rappel:

- Pour n résistances en série, la résistance équivalente totale est égale à la somme des n résistances.  $R_{eq} = \sum_{i=1}^n R_i$
- Pour n résistances en parallèle, la résistance équivalente totale est égale à la valeur des résistances divisée par le nombre de résistance.  $R_{eq} = \frac{R}{n}$

Dans cet exemple, pour le C8, j'utiliserai la répartition suivante : 64 résistances de 16 Ohms, 8 blocs soudés en série, chaque bloc étant composé de 8 résistances en parallèles. La résistance équivalente de chaque bloc est bien de 2 ohms, et il y a 8 blocs, on arrive bien à 16 ohms.

Voici le schéma de répartition des résistances :



Il 'agit ensuite lors que la soudure de bien répartir les résistances pour que la diffusion de la chaleur soit le plus homogène possible.

Une fois les soudures terminées, il faut placer les résistances entre deux bandes de mousses isolantes de la longueur désirée (laisser un peu de jeu pour rendre plus facile la fixation au télescope). On peut ensuite tout simplement fermer le circuit en soudant les deux extrémités de la résistance à un cordon allume-cigare ou à un transformateur 12V.

Attention toutefois à l'intensité dans le circuit réalisé si l'alimentation est une batterie ou un boîtier à pile. L'intensité est donnée par la formule :  $I = \frac{U}{R}$

Dans notre exemple, l'intensité est de 0,75 Ampères. Ainsi, si on utilise une batterie de 3 Ampère/heure, on pourra (en théorie) faire marcher la résistance pendant 4 heures. ( $4 * 0,75 = 3$ ). Un boîtier à pile est rarement une bonne solution, et si on utilise une batterie, veiller à ne pas avoir une trop grande intensité dans le circuit.

Pour faire fonctionner la résistance, il suffit ensuite de l'installer et de la brancher. Elle produira une chaleur croissante qui protégera de la buée. Attention toutefois de ne pas trop la laisser, elle pourrait générer de la turbulence et détériorer les images (planétaires notamment). On peut donc la débrancher de temps en temps, voir intégrer au circuit un interrupteur ON-OFF pour l'éteindre et l'allumer régulièrement.

## Réalisation

Les calculs étant terminée, il ne reste plus qu'à souder un petit peu. Voyons avant tout le coût de l'opération un peu plus en détail.

- Réalisation de la résistance chauffante simple pour C8, avec alimentation allume cigare et interrupteur.

Matériel nécessaire :

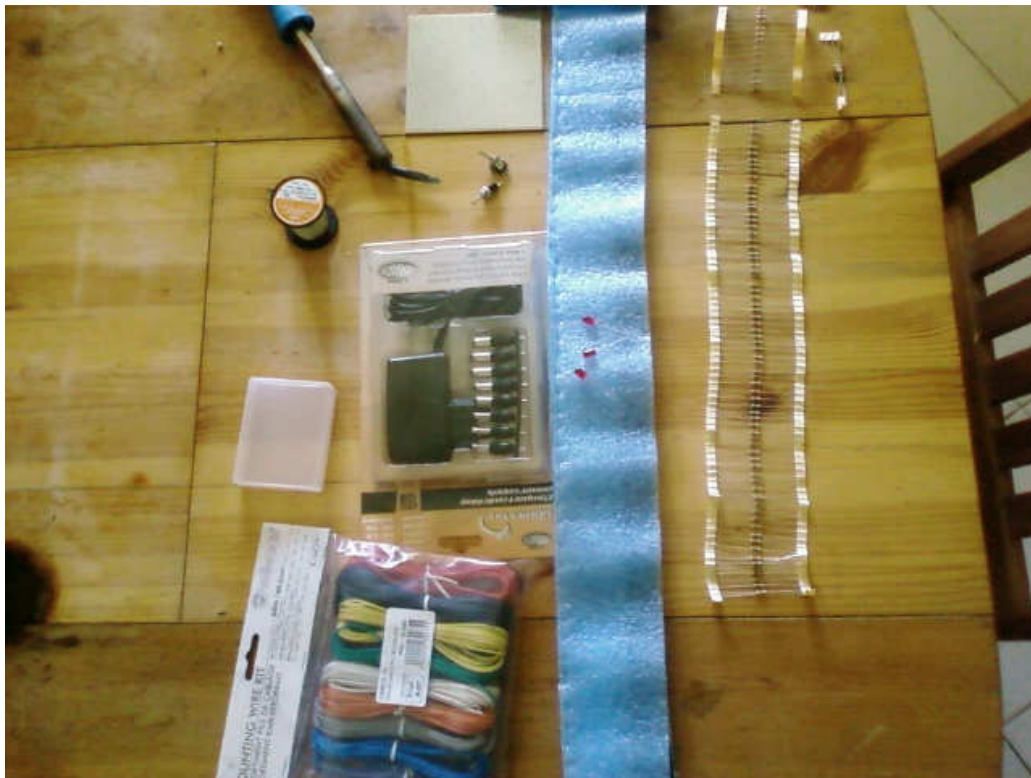
- 64 résistances 16 Ohms (1,92€)
- 2 bandes de mousses isolantes (~5€)
- Fil (0€, demandez en un peu au voisin si vous n'en avez pas !)
- Etain (pareil a demander au voisin, sinon ~2€)
- Cordon allume cigare (3€) ou alimentation 12V secteur (10€)
- Fer à souder (à trouver quelque part, ne pas en acheter exprès...)

Voilà donc un total d'environ 15€ pour la réalisation, et si vous êtes un peu bricoleur vous aurez tout chez vous... A noter que les résistances chauffantes pour C8 vont de 60 à 80€ dans le commerce...

Une fois qu'on à le matériel, on peut se lancer dans la fabrication, s'inspirant de ce qui précède.

### **Résistance chauffante simple pour lame de C8 avec alimentation secteur**

Préparation du matériel : On pourra déjà coudre les deux bandes de mousses et y fixer du scratch pour l'adaptation au télescope.



## Soudure des résistances



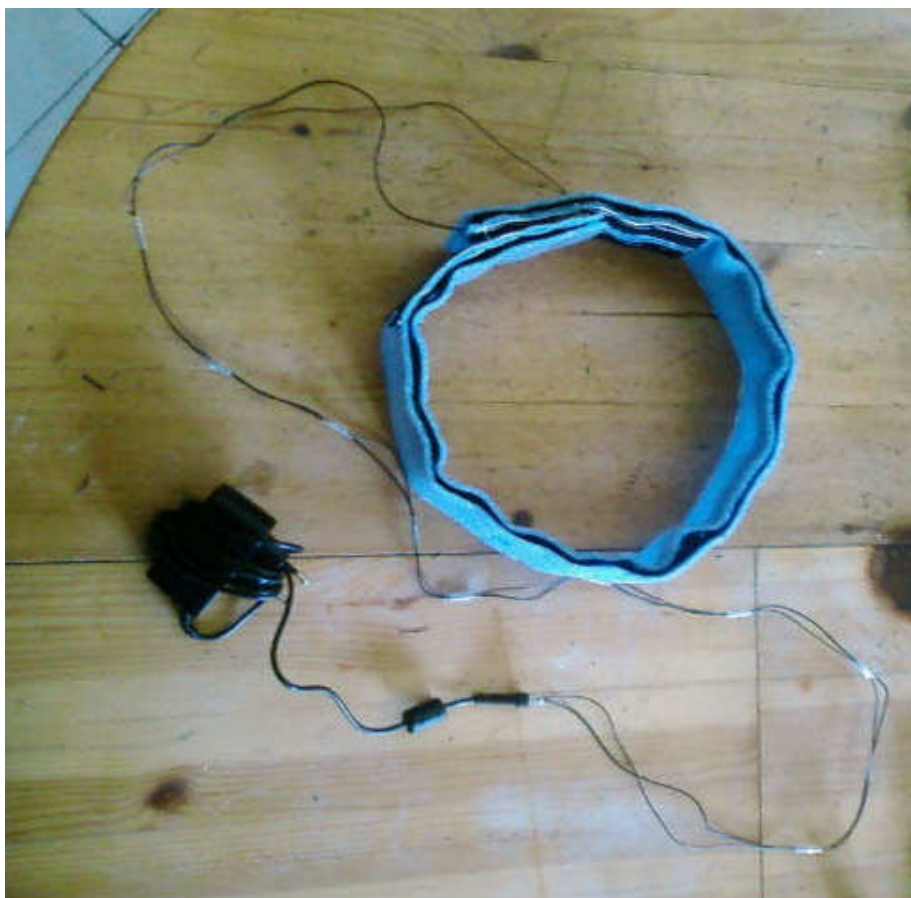
Placer les résistances soudées entre les deux bandes de mousses, laisser sortir suffisamment de fil aux deux extrémités :



Adapter les deux embouts de fils restants à l'alimentation 12V (j'ai utilisé deux petits clous capables de rentrer dans la prise d'alimentation et j'ai soudé les deux fils dénudés aux extrémités) :



La résistance est prête :



## **Tests**

- De jour : on sent la chaleur dissipée par les résistances à travers la mousse.
- De nuit sur le télescope : 13 août 2009. L'humidité était d'abord faible puis s'est intensifiée. J'ai pu observer au C8 pendant plus de 2 heures sans par-buée sans être gênée par la buée, après quoi il y a eu un léger dépôt. La turbulence, par contre, était assez importante. Elle s'est améliorée environ 1h30 après le retrait de la résistance, mais pas de manière exceptionnelle (amélioration due surtout au fait que la cible observée passait au point le plus haut dans le ciel).

## **Conclusions**

- Très confortable pour l'observation du ciel profond, retarde énormément l'apparition de la buée.
- Attention au risque de turbulence qui peut s'avérer gênant pour l'observation et la photographie planétaire. C'est assez délicat de déterminer combien de temps on doit laisser en route la résistance pour éviter la turbulence – doit on la laisser en continu, la retirer de temps en temps ? Tout dépend des conditions et des cibles observées. Quoiqu'il en soit, ces premiers essais furent concluants.

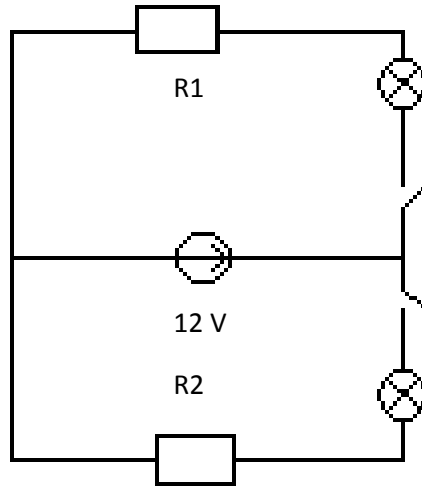
## **Proposition d'optimisation**

Souvent il est nécessaire de disposer plusieurs résistances chauffantes sur le télescope. Par exemple : autour de la lame de Schmidt, autour du chercheur, autour d'un objectif d'appareil photo. On peut essayer de brancher toutes ces résistances sur une même alimentation, pour éviter le cumul des branchements, batteries et fils qui trainent. Voilà un exemple, toujours sur le C8, de la réalisation d'une double résistance chauffant pour la lame de Schmidt et la partie supérieur du chercheur.

Les calculs pour la détermination des valeurs des résistances à utiliser sont les mêmes que ceux utilisés ci-dessus, pour la réalisation de la résistance chauffante entourant la lame de Schmidt. Pour celle entourant le chercheur, j'ai choisi de prendre 9 résistances de 47 Ohms, 3 blocs en série de 3 résistances en parallèles. On obtient ainsi une résistance de 47 Ohms alimentée en 12V, d'où une puissance de 3W.

La encore il faudra réguler les deux résistances chauffantes. Elles ne fonctionneront pas toujours les deux simultanément, en fonction des conditions et des besoins. On restera dans un cas simple de régulation ON-OFF, même si on peut envisager l'ajout de potentiomètre, mais les réglages étant en général compliqués (quelles valeurs du potentiomètre utiliser pour quelles conditions de température et d'humidité ?), une étude plus poussée serait nécessaire.

Pour allumer et éteindre les résistances, j'utiliserai deux interrupteurs, ainsi que deux diodes rouges qui s'allumeront si la résistance est sur ON, le tout dans un petit boîtier. Voilà le schéma du montage réalisé :



La résistance placée autour de la lame est modélisée par R1 et celle autour du chercheur modélisée par R2. Le tableau ci-dessous résume les différentes caractéristiques de fonctionnement en fonction des trois états possibles :

		<i>Puissance</i>	<i>Intensité</i>
<b>R1-ON</b>	<b>R2-OFF</b>	9W	0,75A
<b>R1-OFF</b>	<b>R2-ON</b>	3W	0,25 A
<b>R1-ON</b>	<b>R2-ON</b>	12W	1A

J'ai choisit de souder les composants sur un petit circuit imprimé, le tout dans un boitier ne laissant dépasser que les diodes et les interrupteurs.

## **Réalisation**

Les calculs étant terminée, il ne reste plus qu'à souder un petit peu. Voyons avant tout le coût de l'opération un peu plus en détail.

- Réalisation de la double résistance chauffante pour C8 avec alimentation 12V

Matériel nécessaire :

- 64 résistances 16 Ohms (1,92€)
- 9 résistances 47 Ohms (0,27 €)
- 2 interrupteurs (~1€)
- 2 DEL rouges (0,20 €)
- 4 bandes de mousses isolantes (~5€)
- Fil (0€, demandez en un peu au voisin si vous n'en avez pas !)
- Scotch double face (1€)
- Etain (pareil a demander au voisin, sinon ~2€)
- Alimentation 12V (~10€)
- Petite plaque de circuit pré imprimé (~3€ mais c'est du gadget, pas indispensable)
- Fer à souder (à trouver quelque part, ne pas en acheter exprès...)



Bon disons 21 € pour celle là, et on peut baisser le prix si on utilise un cordon allume cigare et une alimentation batterie...

Une fois qu'on a le matériel, on peut se lancer dans la fabrication, s'inspirant de ce qui précède. Je n'ai pas encore réalisé cette double résistance, ça ne saurait tarder...

## ANNEXE : DIAGRAMME DE MOLLIER

