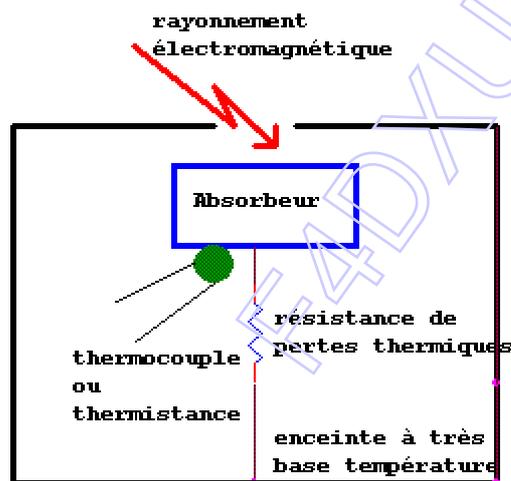


# Bolomètre large bande (F4DXU)

<http://pagesperso-orange.fr/F4DXU/>

Définition : Du Grec bolé : radiation et metron : mesure. Le bolomètre a été inventé par Samuel Pierpont Langley en 1878 pour étudier le rayonnement électromagnétique solaire.

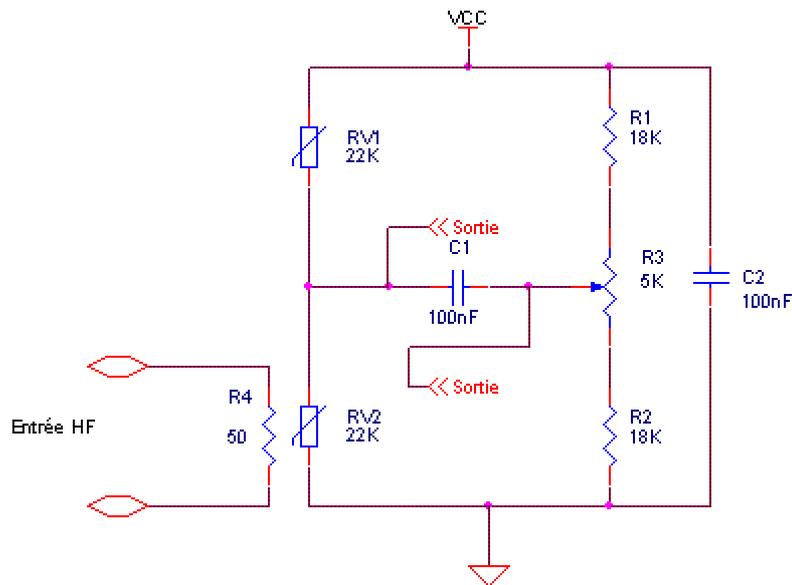
Le principe physique est relativement simple, comme son nom l'indique, un absorbeur absorbe le rayonnement électromagnétique et le convertit en chaleur. Cette chaleur est mesurée par un thermocouple ou par une thermistance qui ensuite est convertie en une grandeur électrique qui sera l'image de la puissance mesurée. Suivant le type de fenêtre, le bolomètre peut être à réponse sélective ou large bande. Si par exemple la fenêtre d'entrée du bolomètre est constituée par une lentille en germanium, sa plage de mesure s'étendra d'environ  $2\mu\text{m}$  à  $20\mu\text{m}$  de longueur d'onde (infrarouge).



principe du bolomètre

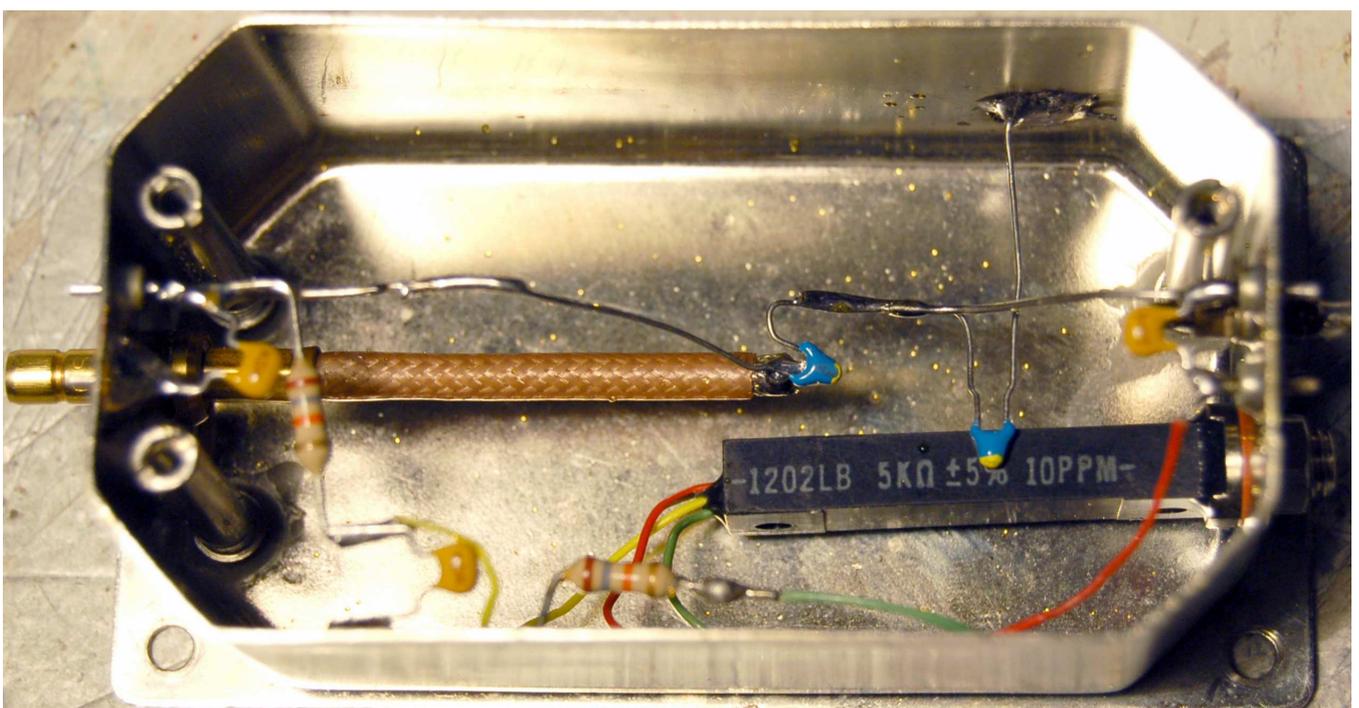
L'enceinte est descendue à très basse température pour augmenter la sensibilité de l'instrument et diminuer le bruit. Le temps de réponse sera directement lié à la résistance de fuite et à la capacité calorifique de l'absorbeur (chaleur massique). Un bolomètre se nomme aussi wattmètre ou miliwattmètre suivant la gamme de mesure.

Le schéma suivant représente la transposition à un bolomètre RF large bande. L'absorbeur est remplacé par une charge résistive non réactive et non rayonnante de 50 ohms ( $R_4$ ) adaptée à l'impédance caractéristique du câble coaxial de liaison et lui confère ainsi une bande passante de plusieurs GHz. C'est un pont de Wheatstone à l'équilibre qui fait la mesure de variation de température, image de la puissance dans la charge. Les éléments principaux  $R_{V1}$  et  $R_{V2}$  sont des CTN (résistance à Coefficient de Température Négatif). Le potentiomètre  $R_3$  règle l'équilibre du pont à la température de l'enceinte lorsqu'il n'y a pas de puissance dans la charge, c'est le réglage du zéro du bolomètre.



Principe du pont bolométrique (F4DXU)

La charge soudée au bout du câble coaxial se situe sous la CTN centrale de couleur bleue et est en contact thermique avec elle par l'intermédiaire d'une pâte thermique (absente sur la photo). La deuxième CTN mesure la température à l'intérieur de l'enceinte et compense toute variation de température globale au cours du temps. Les condensateurs C1 et C2 découplent un éventuel résidu de HF qui pourrait perturber la mesure de la tension (Sortie) de déséquilibre du pont. Pour cette expérimentation, la tension du pont a été fixée à 5V. le courant de polarisation dans les CTN est de l'ordre d'une centaine de  $\mu A$  et la puissance de l'ordre de  $500\mu W$ . Le pont aurait pu être constitué avec des CTP (résistance à Coefficient de Température Positif) mais la CTN crée une auto régulation du courant. En effet, lorsque la température de la résistance de charge (R4) augmente, RV2 diminue ce qui réduit le courant de polarisation et la puissance dissipée par le pont et donc le stabilise.



La tension de sortie, image de la puissance dans la charge R4, à été mesuré avec un simple multimètre dont l'impédance d'entrée est supérieure à 10 Mohms pour ne pas charger le pont. Sans plus de précaution, l'enceinte à été refermée pour effectuer les premiers tests qui ce sont avérés très concluants. La répétabilité des mesures est excellente, la très grande sensibilité a permis d'apprécier 500 nW ( $10^{-9}$ ) sans amplification. Le temps de réponse (constante de temps) est assez grand, de l'ordre d'une vingtaine de seconde. La stabilité en température est assez médiocre mais elle à été très fortement améliorée par la mise en sandwich de l'enceinte du bolomètre entre deux pièces d'aluminium massives, il est aussi nécessaire de limiter au maximum la convection en utilisant de la ouate par exemple. Un pont thermique est nécessaire entre les deux CTN et la masse thermique pour réduire la constante de temps au détriment de la sensibilité. L'étalonnage du bolomètre est extrêmement simple puisque qu'il suffit de lui envoyer plusieurs paliers de tension continue connus et d'appliquer la loi d'Ohm pour connaître la puissance avec une très grande précision.

L'intérêt d'un tel instrument de mesure est multiple puisque qu'il permet de mesurer les pertes d'insertion d'un filtre ou d'une liaison par câble, le gain d'un amplificateur ou d'un préamplificateur, il permet aussi de parfaire les réglages d'un transceiver par exemple.

Bonne bidouille et faites chauffer le fer.

Jean-Marc de F4DXU

F4DXU