L'architecture électronique

L'objectif de l'architecture électronique est d'obtenir le meilleur rapport signal sur bruit, de porter les détecteurs à leur point de fonctionnement optimal et de transmettre le signal mesuré le plus précisément possible.

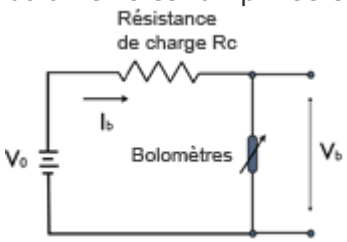
Electronique de lecture des bolomètres

Le principe

On applique la loi d'Ohm :
U = R x I

Méthode classique de lecture de la résistance des bolomètres :

• **Le courant Ib** alimente le circuit qui comprend le bolomètre et une résistance Rc (appelée résistance de charge)
• **La tension Vb** aux bornes du bolomètre est amplifiée et mesurée.



- Quand le **rayonnement** atteint les bolomètres, il les chauffe légèrement.
- Cette augmentation de température a pour conséquence de diminuer la résistance électrique de la partie "thermomètre" du bolomètre.
- En conséquence, la tension (en volt) produite par un courant électrique dans ce thermomètre diminue elle aussi.
- L'électronique de lecture :

- alimente les bolomètres en courant
- amplifie les variations de tension
- convertit les volts en nombres binaires pour le calculateur de bord.
  Ces données seront ensuite compressées et transmises au sol par télémesure.

Le cas Planck

... ce qui reviendrait à contrôler en permanence la hauteur de la tour Eiffel à mieux que l'épaisseur de quelques cheveux.

Application de la loi d'Ohm

On a : U=RI, soit 107 x 10-9 = 0.01 V.
Pour mesurer des variations de température de l'ordre du millionième, il faut mesurer cette tension avec la même précision, soit avec un bruit de l'ordre de 10-8 V.

- Le courant qui alimente les bolomètres est alternatif (à environ 90Hz). Cela permet de se débarrasser des bruits à basse fréquence inévitables dans l'amplificateur.
- Le premier étage de l'amplificateur est formé par des "transistors à effet de champ" qui fonctionnent le mieux à environ 120 K (-150 °C).
- La résistance de charge est remplacée par des Capacités, qui ont l'avantage de ne pas présenter de bruit thermique (bruit Johnson).
- Tous les paramètres de mesure de chacun des 52 bolomètres et 20 thermomètres sont réglables par des télécommandes que l'on envoie du Centre d'Opérations à Darmstadt.
- Elle a des propriétés de stabilité, de bas bruit et d'immunité aux parasites tout à fait exceptionnelles.

Ces performances sont obtenues grâce à un assemblage audacieux de techniques "analogiques" où la mesure est proportionnelle à une tension électrique, et "numériques" où les quantités sont traduites en nombres binaires, comme dans un calculateur. Elle comprend donc les deux types de composants et de nombreux convertisseurs permettant de passer des uns aux autres.

Quelques ordres de grandeur :

- **La résistance d'un bolomètre est d'environ 10 MO (10 millions d'Ohms)**
- **Le courant qui le traverse est de l'ordre de 1nA (1 milliardième d'Ampère)**
- **Le bruit de mesure du signal par seconde est d'une dizaine de nV (1 cent millionième de Volt)**

Des dizaines de milliers de composants

ZOOM

Les composants

- 58000 composants
- 46 kg
- 88 Watt, comme une banale ampoule électrique.

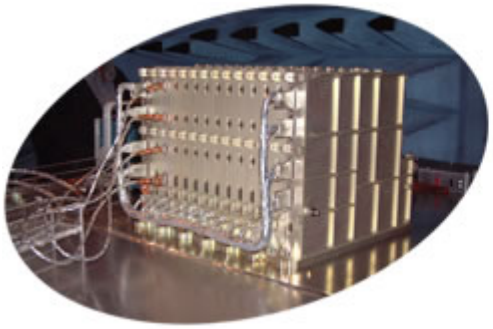
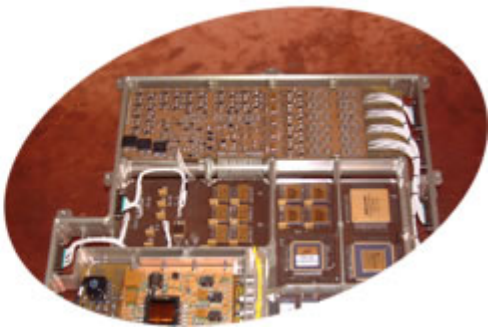
Les amplificateurs

À gauche : **Le boîtier (J-FET)** contenant le premier étage composé de transistors à effet de champ

À droite : **Le boîtier (PAU) de préamplification**

Le câble reliant les deux boîtiers est protégé par un blindage métallique flexible

Le boîtier principal

À gauche : **Le boîtier principal (REU)** produit le courant de mesure et numérise les données avant de les envoyer au calculateur de bord. Tout cela pour 52 bolomètres et 20 thermomètres.

À droite : Il est composé de **12 "ceintures"** semblables à celle-ci, où différentes parties de l'électronique sont séparées par des blindages limitant leur parasitage mutuel.