

## Plaquettes au silicium pour le détecteur de traces d'AMS

Le rôle du détecteur de traces est de déterminer la trajectoire des particules chargées qui traversent le champ magnétique régnant dans AMS, afin d'en déterminer leurs caractéristiques. Sous l'effet du champ magnétique, les particules décrivent une trajectoire incurvée dont le rayon de courbure dépend de leurs propriétés électrique et dynamiques.

Le détecteur de traces comporte plusieurs plans circulaires sur lesquels sont placés avec une grande précision les modules qui le composent (figure 1). Ces modules sont appelés dans notre jargon des «échelles».

### Les échelles

Les échelles sont constituées de deux parties distinctes, la zone de détection proprement dite, et un circuit électronique servant à traiter le signal issu de la zone de détection.

Le circuit électronique transmet les données aux systèmes en charge du traitement des informations provenant de toutes les échelles.

### Le détecteur micropistes au silicium

L'élément de base de la zone de détection est un détecteur micropistes au silicium (figure 2). D'une dimension de  $7 \times 4 \text{ cm}^2$  et d'une épaisseur de 0,3 mm, ces détecteurs ont pour rôle de localiser le passage d'une particule traversante.

Chaque côté du détecteur est recouvert de pistes parallèles. Pour que la localisation ait un sens, il faut que les pistes du côté supérieur soient perpendiculaires aux pistes du côté inférieur, cet ensemble de pistes constituant une grille (figure 3).

La face supérieure compte 2568 pistes, espacées de 0.028 mm, tandis que la face inférieure en possède 384 espacées de 0.104 mm.

### Principe de fonctionnement

Lorsqu'une particule chargée traverse une plaquette de silicium, l'ionisation crée un très faible courant au sein de la plaquette. Ce courant va être récupéré sur chacune des faces du détecteur, dans la région où la particule est passée. Ainsi, seules les pistes à proximité de la trajectoire recevront un signal électrique, qui sera alors conduit vers les circuits électroniques situés en bout d'échelle. Ces modules électroniques servent alors à amplifier le signal, très faible (le courant traversant une ampoule de 60 W est 100 millions de fois supérieur...).

### Assemblage

Dans le cas d'AMS, on aligne entre sept et quinze détecteurs au silicium. Pour transmettre le signal issu des plaquettes les plus lointaines vers l'électronique, on connecte par microsoudures les pistes entre elles. Pour la face inférieure, où les pistes sont perpendiculaires à l'axe de l'échelle, on utilise un câble flexible, sur lequel sont implantées des pistes en or et en cuivre.

Les plaquettes de silicium sont très fragiles. En tenant compte des très faibles courants à mesurer, ces éléments sont très sensibles aux poussières, même minuscules, mais aussi à l'humidité, et à l'électricité statique. C'est pourquoi l'assemblage des modules au silicium se déroule dans une salle blanche, salle dans laquelle doit régner une très grande propreté, ainsi que des conditions de température et d'humidité contrôlées.

La procédure de construction nécessite la pose très précise des détecteurs au silicium sur un outil d'assemblage. Une vérification par métrologie optique est nécessaire (figure 4).

On colle ensuite le câble flexible, puis une «colonne vertébrale» en mousse et fibre de carbone. Elle permet de donner une rigidité à l'ensemble, tout en supportant les sévères vibrations d'un décollage de navette spatiale. Les modules électroniques sont ensuite collés, puis on réalise les microsoudures. Enfin, les échelles sont emballées dans une feuille métallisée, afin de minimiser les parasites électromagnétiques.

Pour AMS-2, 200 échelles devront être assemblées, l'Université de Genève aura la charge d'en produire 70 sur une durée d'environ un an et demi. Trois jours sont nécessaires pour assembler une échelle.



FIG. 1 – Un plan du détecteur de traces avec 12 modules



FIG. 2 – Détecteur micropistes au silicium ( $4 \times 7 \text{ cm}^2$ ). Les pistes ne sont pas visibles.

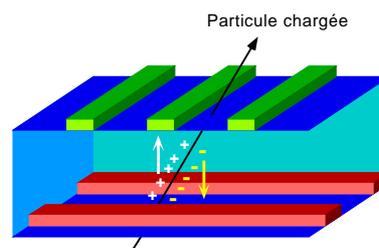


FIG. 3 – Coupe d'un détecteur micropistes

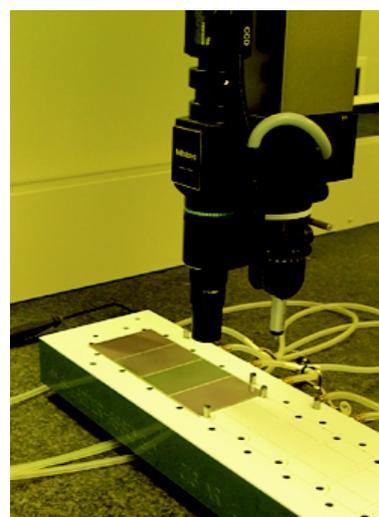


FIG. 4 – La position des plaquettes sur l'outil d'alignement est contrôlée par métrologie