

# Test automatique des modules pour l'expérience STAR

M. Guédon & Al.

*Institut de Recherches Subatomique IReS - IN2P3/CNRS - ULP  
BP28, F 67037 Strasbourg Cedex 02 - France*

**Abstract**

# Table des matières

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Introduction</b>                                               | <b>3</b>  |
| <b>Pourquoi et comment tester les modules automatiquement</b>     | <b>4</b>  |
| <b>Les éléments du module de détection</b>                        | <b>5</b>  |
| Le détecteur . . . . .                                            | 6         |
| Les circuits hybrides . . . . .                                   | 6         |
| Le circuit COSTAR . . . . .                                       | 6         |
| Le circuit ALICE 128C . . . . .                                   | 6         |
| Le TAB . . . . .                                                  | 6         |
| <b>L'automatisation du test des modules</b>                       | <b>8</b>  |
| Les tests des composants des modules . . . . .                    | 8         |
| Les tests nécessaires . . . . .                                   | 9         |
| Equipement pour le banc de test automatique des modules . . . . . | 10        |
| La programmation . . . . .                                        | 12        |
| L'effet TAB . . . . .                                             | 12        |
| Les alimentations . . . . .                                       | 12        |
| La communication JTAG . . . . .                                   | 12        |
| La tension de déplétion . . . . .                                 | 12        |
| Le canal transparent . . . . .                                    | 12        |
| Le COSTAR . . . . .                                               | 13        |
| Le test avec le générateur interne . . . . .                      | 13        |
| Acquisitions multiples: le bruit . . . . .                        | 13        |
| Le test avec une source lumineuse ponctuelle . . . . .            | 13        |
| La hauteur d'impulsion . . . . .                                  | 14        |
| Analyse et résultats . . . . .                                    | 14        |
| Le générateur interne . . . . .                                   | 14        |
| Acquisitions multiples: le bruit . . . . .                        | 14        |
| Le test avec une source lumineuse ponctuelle . . . . .            | 16        |
| Stockage des résultats et comparaison . . . . .                   | 16        |
| <b>Conclusion</b>                                                 | <b>17</b> |
| <b>Bibliographie</b>                                              | <b>18</b> |

# Table des figures

|    |                                                |    |
|----|------------------------------------------------|----|
| 1  | Le détecteur STAR . . . . .                    | 3  |
| 2  | Le SVT . . . . .                               | 4  |
| 3  | Une face du module de détection . . . . .      | 5  |
| 4  | Les 2 faces de l'hybride . . . . .             | 7  |
| 5  | Le schéma du circuit COSTAR . . . . .          | 7  |
| 6  | Le schéma du circuit ALICE 128C . . . . .      | 8  |
| 7  | Le TAB . . . . .                               | 8  |
| 8  | Le support de test . . . . .                   | 9  |
| 9  | Les outils nécessaires . . . . .               | 10 |
| 10 | Le banc de test . . . . .                      | 11 |
| 11 | Tension de sortie de tous les canaux . . . . . | 15 |
| 12 | Bruit des pistes . . . . .                     | 16 |

# STAR Detector

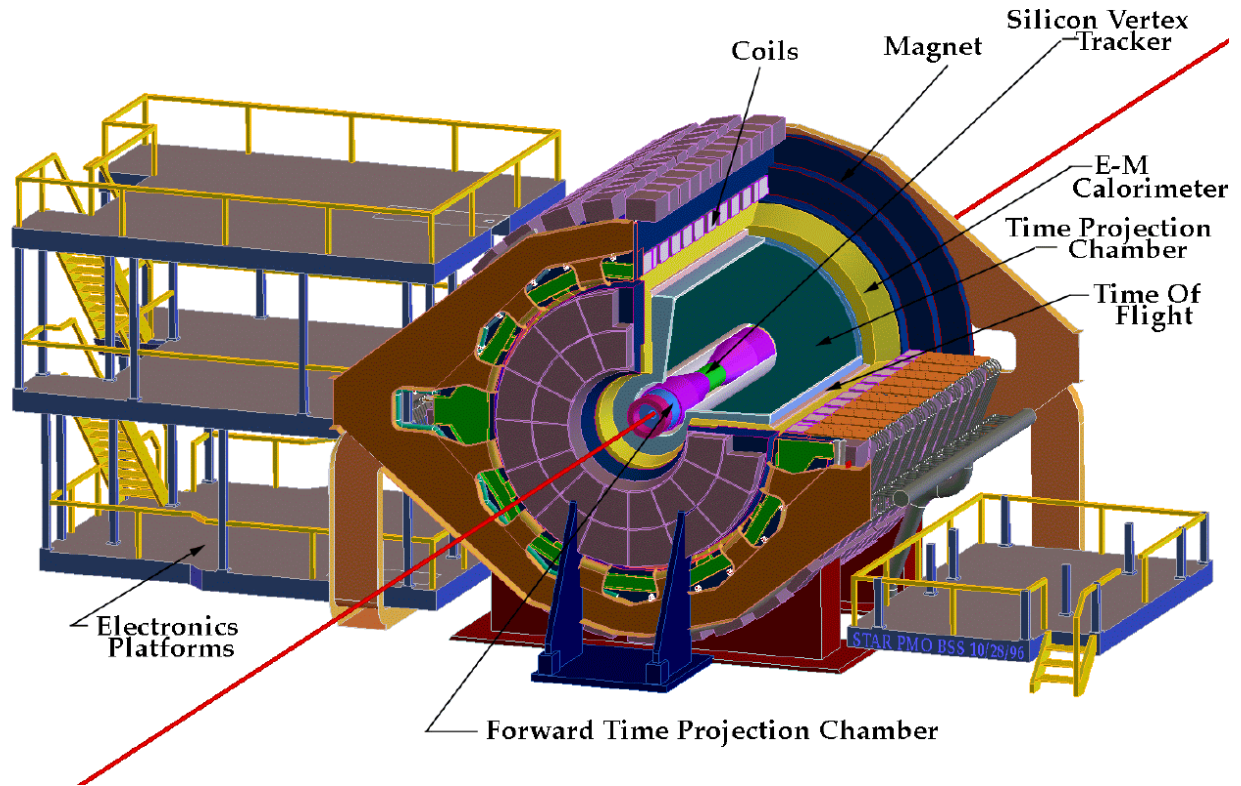


FIG. 1 – Le détecteur STAR

## I.Introduction

L'expérience STAR<sup>1, 2</sup> (Fig.1) est une grande expérience d'ions lourds ultra-relativistes qui a lieu au BNL (USA). Cette expérience a pour but d'étudier le diagramme de phase de la matière nucléaire. Cette étude doit permettre de vérifier l'existence du QGP<sup>3</sup>. Pour ce faire le détecteur STAR est composé de plusieurs couches de détecteurs de nature différente. La quatrième couche du SVT<sup>4</sup> (Fig.2) possède 320 modules composés chacun d'un détecteur silicium double face à micropistes et de son électronique de lecture. Ces modules sont assemblés pour former un cylindre de 23 cm de rayon et de 90 cm de long. Pour pouvoir équiper cette quatrième couche, 400 modules vont être fabriqués. Chaque composant du module est testé avant montage. Puis chaque module est testé une fois

- 
1. Solenoidal Tracker At RHIC
  2. Relativistic Heavy Ion Collider
  3. Plasma de Quarks et de Gluons
  4. Silicon Vertex Tracker

assemblé. Un protocole de test et de qualification des modules de détection a été défini. Ce protocole prévoit l'automatisation de ce test en raison du nombre important de modules à tester.

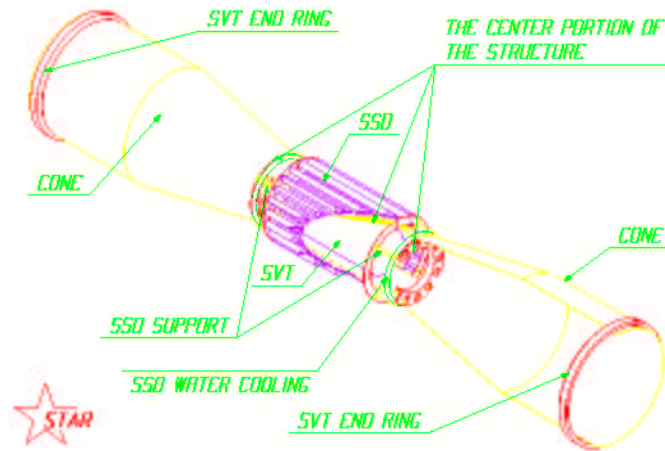


FIG. 2 – *Le SVT*

## II. Pourquoi et comment tester les modules automatiquement

Les modules destinés à l'expérience STAR mesurent  $7,5 \times 4,2 \text{ cm}^2$  et sont composés d'un détecteur silicium double face et de 2 circuits hybrides avec toute l'électronique associée. Chaque hybride correspond à une face du détecteur et comporte 6 circuits de lecture ALICE 128C et un circuit COSTAR. Les circuits de lecture ALICE 128C sont connectés au détecteur et à l'hybride par du TAB<sup>5</sup>.

Ces modules ne sont pas parfaits et présentent certains défauts qu'il faut localiser, identifier et quantifier. Les problèmes concernent essentiellement les caractéristiques électriques des composants et la qualité de leur interconnection.

Pour cela les composants des modules sont d'abord testés séparément afin d'effectuer une première sélection et de ne conserver que les composants conformes aux spécifications voulues. Toutes les caractéristiques des composants sont conservées sur fichier ainsi que dans une base de données.

Les composants sont ensuite assemblés pour former un module qui doit être testé. Le test de ces modules doit être effectué automatiquement en raison du grand nombre de modules à tester : 400. Différents tests prédéfinis sont programmés afin d'acquérir les données nécessaires à la caractérisation du module. Ces données sont alors stockées dans des fichiers et dans une base de données.

Les problèmes qui peuvent être rencontrés ont été identifiés et sont les suivants :

- Le détecteur ou les circuits ne sont pas correctement polarisés.
- Un circuit ALICE 128C ou un circuit COSTAR est hors-service.
- Un canal du circuit ALICE 128C est mort.

---

<sup>5</sup>. Tape Automatic Bonding

- Le préamplificateur d'un canal est bloqué.
- Le gain de la chaîne de préamplification n'est pas nominal.
- Une piste du détecteur n'est pas connectée au canal du circuit ALICE 128C.
- La capacité de la piste est en court-circuit.
- Une piste du détecteur est bruyante.

L'ensemble de ces problèmes peut être mis en évidence et visualisé grâce à différents tests :

- Vérification de la connection JTAG.
- Vérification des tensions de polarisation.
- Vérification de la tension de déplétion du détecteur.
- Visualisation du signal à la sortie d'un canal par circuit.
- Vérification du fonctionnement du COSTAR.
- Test avec le générateur interne des circuits ALICE 128C.
- Acquisition du bruit.
- Test avec une source lumineuse ponctuelle.

Pour pouvoir déterminer le numéro des canaux et des pistes qui posent problèmes nous devons tenir compte de la manière dont les pistes sont connectées aux canaux des circuits ALICE 128C. En effet, nous avons 6 circuits ALICE 128C pour une face du détecteur. De plus, le numéro du canal ne correspond pas au numéro de la piste : c'est "l'effet TAB". Une fois que les données sont réorganisées, elles sont stockées. Les résultats de ces tests sont comparés aux résultats des tests des composants afin de vérifier qu'il n'y a pas eu de détérioration pendant l'assemblage. Une note sera attribuée à chaque module. Cette note reflétera l'état de fonctionnement du module.

### III. Les éléments du module de détection

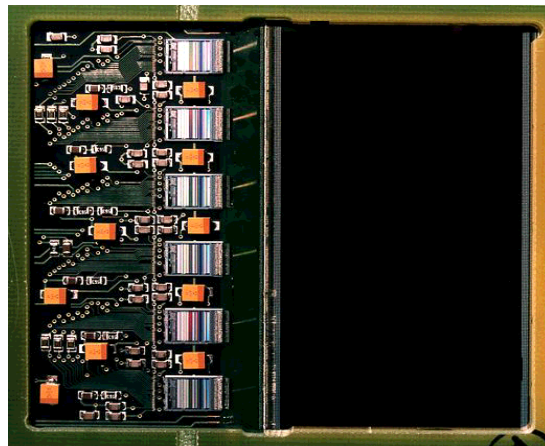


FIG. 3 – Une face du module de détection

Le module (Fig. 3) possède de nombreux composants qui sont détaillés ci-dessous.

## A. Le détecteur

Le détecteur a une épaisseur de  $300\text{ }\mu\text{m}$  et comporte sur chaque face 768 micropistes espacées de  $95\text{ }\mu\text{m}$ . On a un angle de  $35\text{ mrad}$  entre les pistes de la face p et les pistes de la face n. La lecture du détecteur se fait par liaison capacitive pour supprimer la composante continue du courant qui pourrait perturber ou endommager le circuit de lecture ALICE 128C.

## B. Les circuits hybrides

Les circuits hybrides (Fig. 4) ont pour fonction de supporter, d'interconnecter et d'alimenter les différents composants de l'électronique frontale.

## C. Le circuit COSTAR

Le circuit COSTAR (Fig. 5) sert à mesurer certains paramètres. Il contient des registres d'entrée/sortie numériques, ainsi que des convertisseurs numérique/analogique et analogique/numérique. Il permet de mesurer les tensions d'alimentation des circuits ALICE 128C, les courants de polarisation et de garde du détecteur ainsi que la température locale de l'hybride.

## D. Le circuit ALICE 128C

Le circuit ALICE 128C (Fig. 6) permet la lecture de 128 voies du détecteur à micropistes pour une dissipation de 350 microwatts par voie et un gain total de  $50\text{ mV/MIP}$  (Particules au Minimum d'Ionisation :  $1\text{ MIP} = 22\,000$  électrons dans  $300\text{ }\mu\text{m}$  de silicium). L'originalité et l'intérêt de ce circuit proviennent de sa très faible consommation, de sa contrôlabilité et de sa testabilité. Il est alimenté par des tensions  $+2\text{V}/-2\text{V}$ . Il comporte 128 voies analogiques identiques formées chacune d'un préamplificateur de charge, d'un circuit de mise en forme "shaper" et d'une cellule de mémorisation analogique commandée par un signal extérieur : le HOLD. L'amplificateur de sortie unique du multiplexeur analogique permet la lecture séquentielle des cellules à une fréquence de  $10\text{MHz}$ . Un dispositif de "slow control" est incorporé au circuit. Il permet de contrôler les différents courants et tensions de polarisation, le temps de mise en forme et un dispositif d'injection sélective, à l'entrée des préamplificateurs, de signaux de test d'amplitudes variables. Il y a deux niveaux de contrôle différents selon la destination des signaux logiques ("slow-control" ou signaux de HOLD et de lecture).

## E. Le TAB

Le TAB (Fig. 7) qui relie chaque circuit ALICE 128C au détecteur est un ruban en kapton sur lequel sont gravées 128 pistes en cuivre, permettant la liaison électrique entre

chaque piste du détecteur et le canal de préamplification correspondant du circuit ALICE 128C. Le TAB assure également la liaison du circuit ALICE 128C avec l'hybride.

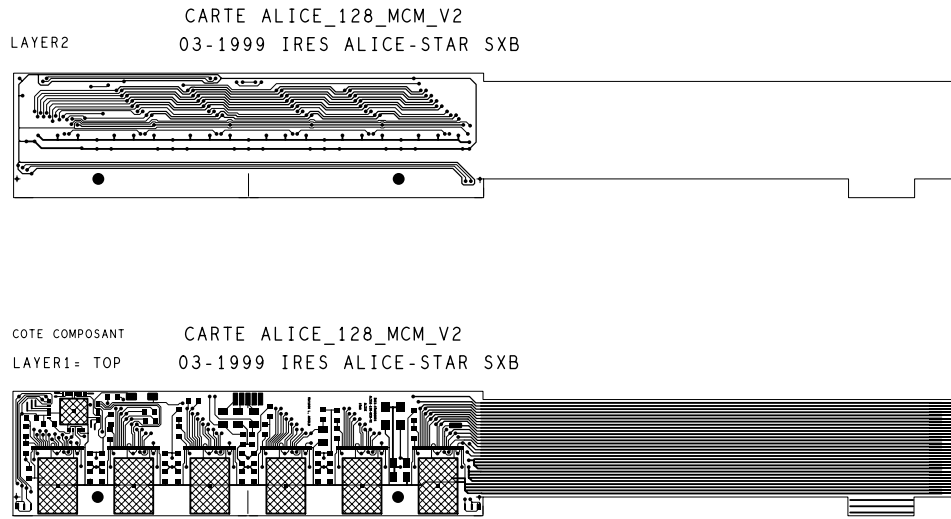


FIG. 4 – Les 2 faces de l'hybride

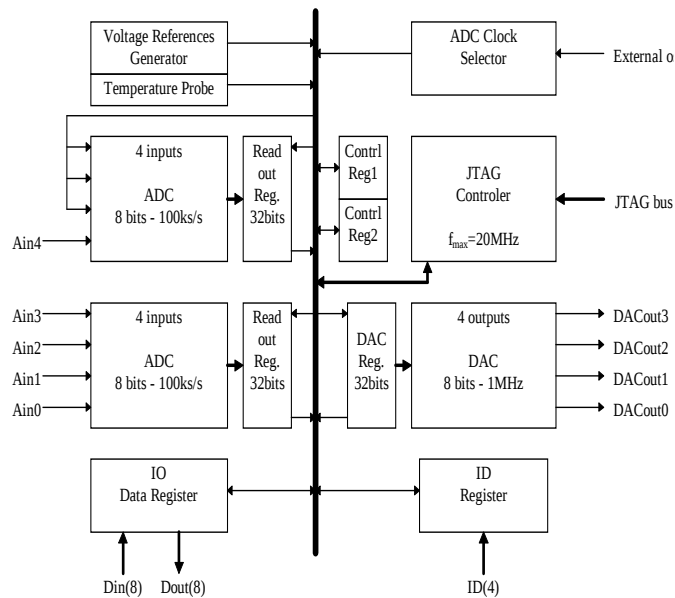


FIG. 5 – Le schéma du circuit COSTAR

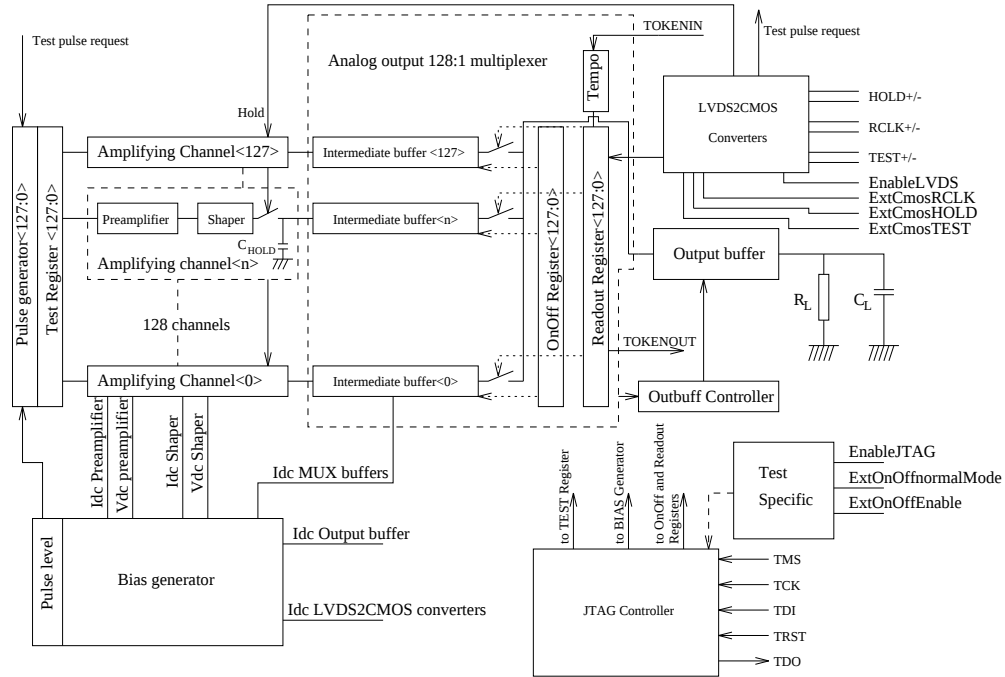


FIG. 6 – Le schéma du circuit ALICE 128C

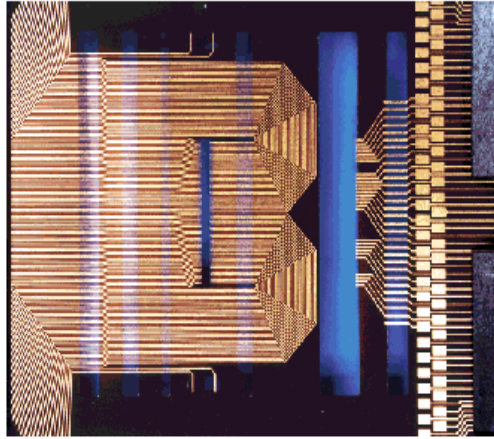


FIG. 7 – Le TAB

## IV. L'automatisation du test des modules

### A. les tests des composants des modules

Chaque composant du module est testé séparément avant le montage. Les détecteurs silicium sont contrôlés visuellement puis testés électriquement sous pointes pour contrôler la tension de déplétion, le courant de polarisation, le courant de garde et la capacité de couplage de chaque piste. Les pistes défaillantes sont alors identifiées. Une

stabilisation en temps des courants de polarisation et de garde est également effectuée. Une première sélection est effectuée et seuls les détecteurs qui répondent aux spécifications sont conservés.

Les circuits ALICE 128C sont montés avec le TAB dans un cadre de maintien et insérés dans un support de test (Fig. 8). Le test du circuit se fait grâce à un programme

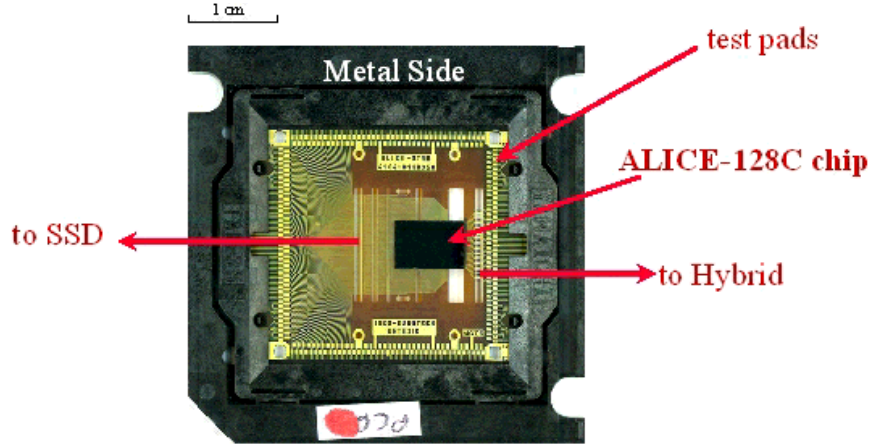


FIG. 8 – *Le support de test*

développé sous LabView et implanté sur PC. En effet, les circuits ALICE 128C possèdent un système de test interne. Le programme permet via JTAG (un protocole de communication) d'accéder à toutes les fonctions du circuit. On peut fixer le mode de lecture, "séquentiel" pour une lecture des 128 cellules de mémorisation ou le mode "transparent" pour la sélection d'un canal de l'entrée analogique jusqu'à la sortie. Dans ce dernier cas, le signal de maintien de la cellule de mémorisation HOLD reste à zéro. Le programme permet également de fixer les différents courants et tensions de polarisation ainsi que le nombre de circuit à polariser. Il pilote le générateur interne d'impulsions afin d'injecter une quantité programmable de charges à l'entrée des préamplificateurs sélectionnés. Une carte d'acquisition National Instrument directement connectée sur le bus PCI<sup>6</sup> du PC génère les signaux de contrôle nécessaires au mode séquentiel (HOLD, CLOCK, TOKEN) et régule les tensions d'alimentation du circuit.

Le COSTAR a été testé sous pointe. Une calibration en température a été effectuée et la tension de référence a été vérifiée.

## B. les tests nécessaires

Une fois tous les composants testés et les modules assemblés, des tests sont effectués pour évaluer la fonctionnalité du module.

---

6. Peripheral Component Interconnect

Dans un premier temps, le module est mis sous tension. Toutes les tensions et les courants sont alors vérifiées.

Puis la communication JTAG est vérifiée ainsi que le fonctionnement des 2 COSTAR. Un test est alors effectué afin de déterminer la tension de déplétion du détecteur. Le test suivant consiste à faire l'acquisition d'un canal par circuit ALICE 128C de l'entrée analogique jusqu'à la sortie afin de vérifier le bon fonctionnement du circuit.

Ensuite, le gain de la chaîne d'amplification est vérifié par canal et par circuit.

Les trois tests suivants servent à déterminer si l'ensemble piste + canal est fonctionnel ou non.

Le premier test consiste à injecter une impulsion dans chaque canal de chaque circuit ALICE 128C grâce au générateur interne de ces circuits. Ce test nous permet de visualiser la réponse des canaux à une stimulation interne connue. Il nous permet d'identifier les canaux morts et ceux dont le préamplificateur est bloqué.

Le second test (test de bruit) consiste à effectuer plusieurs fois l'acquisition de tous les canaux sans signal et à calculer le bruit de chaque canal. Ce test nous permet de visualiser tous les problèmes des canaux ainsi que les problèmes de connection entre un canal du circuit et une piste du détecteur.

Le troisième et dernier test se fait grâce à une source lumineuse ponctuelle. On stimule chaque piste du détecteur avec la source lumineuse ponctuelle et on peut ainsi visualiser les pistes coupées, les problèmes de connection ainsi que les problèmes des canaux.

### C. Equipement pour le banc de test automatique des modules

Un banc de test à été construit pour pouvoir effectuer ces test.  
Ce banc est décrit ci-dessous :

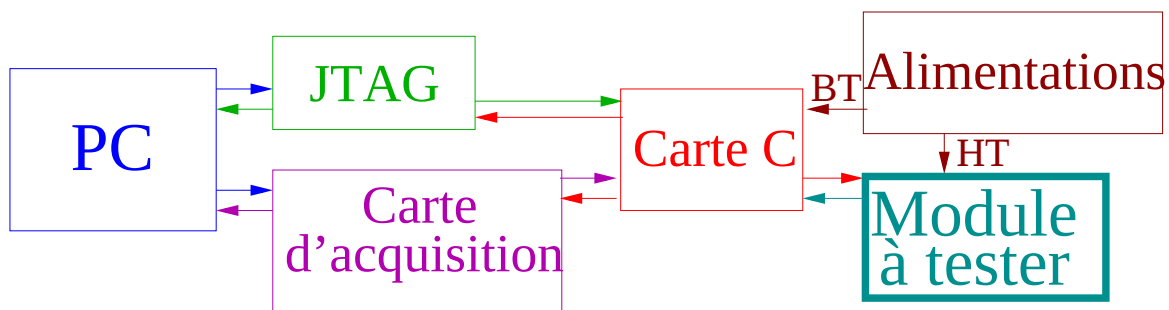


FIG. 9 – Les outils nécessaires

-Trois alimentations : une alimentation haute tension pour dépléter le détecteur et deux alimentations basse tension pour alimenter les circuits par l'intermédiaire de deux cartes dite "C".

-Les cartes C mettent en forme les signaux de contrôle et les signaux JTAG et régulent les tensions d'alimentation des circuits.

-L'ensemble des outils utilisés pour le test des circuits ALICE 128C a été extrapolé et est utilisé ici.

-Une boîte hermétique à la lumière contenant le module et l'ensemble des outils nécessaire au test avec la source lumineuse.

-La source lumineuse ponctuelle a été obtenue en couplant deux fibres optiques de taille différente à une diode infrarouge. La première fibre de  $50\text{ }\mu\text{m}$  est connectée à la diode infrarouge. Elle sert à collecter le maximum de lumière. La deuxième fibre de  $9\text{ }\mu\text{m}$  est connectée à la première. Elle sert à obtenir un faisceau de lumière extrêmement fin.

-Deux platines de translations sont utilisées :

-Une platine de translation verticale manuelle qui amène la fibre le plus près possible du détecteur pour éviter une dispersion de la lumière.

-Une platine de translation horizontale avec une précision de  $2,5\text{ }\mu\text{m}$  contrôlée par un programme développé sous LabView. Avec cette platine nous pouvons déplacer la source lumineuse avec une grande précision et exciter chaque piste du détecteur une par une.

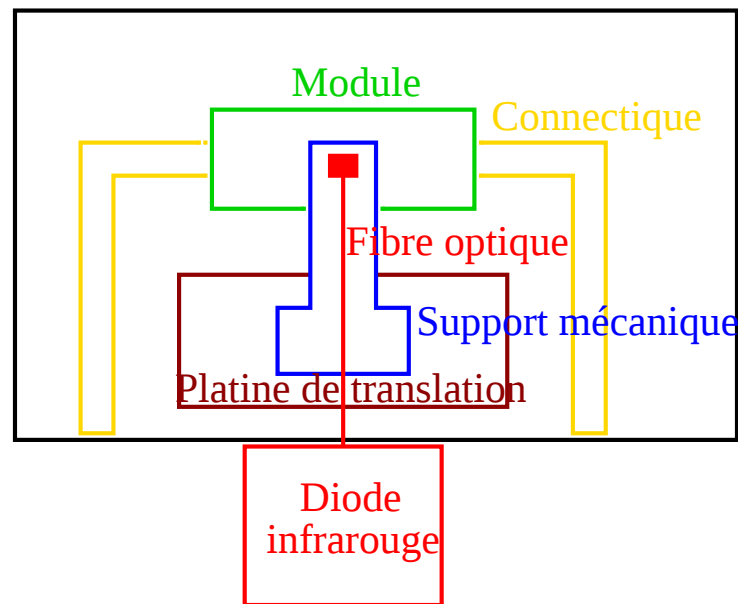


FIG. 10 – *Le banc de test*

## **D. La programmation**

### **1. L'effet TAB**

Tout d'abord nous devons tenir compte de "l'effet TAB". Le TAB qui relie chaque piste du détecteur au canal correspondant du circuit ALICE 128C ne fait pas correspondre la première piste au premier canal. Tout est "entrelacé". On a donc besoin d'un programme de conversion qui donne l'équivalence canal-piste. Ce programme consiste à effectuer des opérations sur les tableaux de données obtenus par l'acquisition. Ces opérations consistent à découper un tableau, inverser les valeurs ou prendre une valeur sur deux. En sortie on obtient un tableau qui contient les données rangées en fonction du numéro des pistes. Dans toute la suite le numéro du canal est exprimé en fonction de celui de la piste associée.

### **2. Les alimentations**

Le contrôle des alimentations se fait grâce au PC via GPIB. Les tensions et les courants sont vérifiés avant et après polarisation des circuits. Le courant du détecteur est aussi vérifié pour voir s'ils n'ont pas dérivé.

### **3. La communication JTAG**

Le JTAG nous permet de détecter le nombre de circuit à polariser. Si la communication ne se fait pas aucun circuit ne sera détecté. De plus Une trame JTAG est envoyée pour polariser les circuits. Elle est ensuite récupérée afin de voir si cela correspond à ce qui a été envoyé. Dans le cas contraire la communication ne se fait pas ou certains circuits sont défaillants et modifient cette trame.

### **4. La tension de déplétion**

Différents tests permettent de connaître la tension de déplétion. Ces tests s'effectuent sur trois pistes de la face N du détecteur. Pour chacune de ces pistes, le courant et le bruit sont mesurés en fonction de la tension appliquée au détecteur. Ces mesures se font par pas de un volt. Le calcul de la dérivée première du bruit et de la dérivée seconde de courant permettent de connaître la tension de déplétion. Ce test est fait pour trois pistes différentes car la tension de déplétion n'est pas la même sur toute la surface du détecteur, elle est plus élevée sur les bords. Seule la tension maximale est retenue.

### **5. Le canal transparent**

Le mode canal transparent permet la lecture d'un canal de l'entrée analogique jusqu'à la sortie. Ce test est effectué pour un canal par circuit et permet de vérifier la forme du signal.

## 6. Le COSTAR

Pour vérifier que les 2 COSTAR presents fonctionnent, les tensions d'alimentation des circuits ALICE 128C, le courant de fuite du détecteur ainsi que la température annoncée par le COSTAR doivent être réalistes.

## 7. Le test avec le générateur interne

Chaque circuit ALICE 128C peut générer une impulsion de test sur n'importe quel canal choisi, via le JTAG. Cette méthode est utilisée pour générer une impulsion de hauteur maximale sur tous les canaux.

Ce test est effectué en injectant 4 impulsions simultanément dans chacun des douze circuits. C'est-à-dire que 24 impulsions sont générées par face, une impulsion tous les 32 canaux. Ce qui fait donc 1536 impulsions. Pour cela, une impulsion est injectée dans le canal choisi grâce à son numéro. Puis, l'acquisition de tous les canaux de l'hybride est effectuée et la valeur de la tension à la sortie du canal dans lequel une impulsion a été injectée est stockée dans un tableau. Le numéro des canaux activés est incrémenté pour pouvoir générer une impulsion sur tous les canaux des hybrides. Les données sont converties (effet TAB) afin d'obtenir le résultat en fonction du numéro des pistes. Les limites d'alimentation du circuit ne permettent pas de générer plus d'impulsion simultanément.

## 8. Acquisitions multiples : le bruit

Le second test consiste à effectuer plusieurs fois l'acquisition de tous les canaux. Cette acquisition a été effectuée 1000 fois. Chaque acquisition dure en moyenne 1,3 secondes. A partir de ces données, on calcul le piédestal c'est-à-dire la moyenne par canal d'après la formule:

$$P(i) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N X_i(n)$$

Où  $i$  est le numéro du canal,

$n$  est le numéro de l'événement,

$N$  est le nombre total d'événements,

$P(i)$  est la valeur du piédestal pour le canal  $i$ ,

et  $X_i(n)$  est la tension en Volt par événement et par canal.

On calcule ensuite l'écart-type par canal, c'est-à-dire le bruit par canal d'après la formule:

$$\sigma(i) = \sqrt{\frac{\sum_{n=0}^N (X_i(n) - P(i))^2}{N}}$$

## 9. Le test avec une source lumineuse ponctuelle

Avec la source ponctuelle, on excite l'une après l'autre chaque piste du détecteur. Pour cela, la platine de translation effectue plusieurs déplacements élémentaires. La platine possède une précision de  $2 \mu m$ . Le pas, la vitesse et l'accélération sont réglables. Grâce à un programme fonctionnant sous Labview, la fibre vient se placer au-dessus du détecteur.

Le programme effectue alors une recherche automatique du numéro de la piste où se trouve la fibre et recherche la position pour laquelle l'énergie déposée sur cette piste est maximale. La fibre vient alors se placer sur la première piste du détecteur. Plusieurs petits déplacements de  $95\text{ }\mu\text{m}$  sont effectués pour exciter successivement chaque piste du détecteur.

L'acquisition de toutes les voies est effectuée après chaque déplacement en ne concernant toute fois que la tension de sortie de la piste excitée. Ce test est effectué séparément pour chaque face en raison de l'angle stéréoscopique. En effet, lorsque l'énergie déposée sur une piste de la face P est maximale, elle n'est pas obligatoirement maximale sur la face N.

## **10. La hauteur d'impulsion**

Pour pouvoir traiter les données qui seront obtenues au RHIC le rapport entre l'énergie déposée sur le détecteur et la hauteur d'impulsion doit être connu pour chaque piste. Pour cela nous devons calibrer le détecteur avec une source au MIP. Puis grâce au générateur interne on excite chaque canal. Cette opération est répétée dix fois pour obtenir une moyenne.

## **E. Analyse et résultats**

### **1. Le générateur interne**

A partir du test avec le générateur interne, nous avons obtenus les tensions de sortie de tous les canaux après stimulation (Fig. 11).

La valeur de la tension en sortie pour les canaux qui fonctionnent normalement est de  $0,8\text{V}$  ( $0,2\text{V}$  de piédestal +  $0,6\text{V}$  d'impulsion).

A partir de ce test, les canaux morts sont localisés: la valeur de la tension est proche de zéro, c'est-à-dire que ces canaux ne possèdent ni piédestal, ni réponse à la stimulation.

Les canaux dont le préamplificateur est bloqué ont un piédestal mais ne répondent pas à la stimulation par le générateur interne. La valeur de la tension en sortie est d'environ  $0,2\text{ Volt}$ .

D'autres canaux fonctionnent mais le gain de la chaîne d'amplification n'est pas nominal. La tension en sortie est comprise entre  $0,2\text{V}$  et  $0,8\text{V}$ . Pour connaître le numéro des canaux qui posent problèmes, trois seuils différents sont fixés sur le tableau de données, un seuil pour chacun des problèmes. Les différents problèmes sont ainsi séparés et identifiés.

Les tensions de tous les canaux sont stockées dans des fichiers ainsi que dans la base de données. Les résultats de l'analyse sont également stockés.

### **2. Acquisitions multiples: le bruit**

Précédemment le bruit a été calculé, les pistes plus bruyantes ou moins bruyantes que la moyenne sont ainsi localisée. Mais il nous faut un critère de sélection précis. Pour cela l'histogramme du bruit (Fig. 12) est tracé. Ce doit être une gaussienne. La moyenne et l'écart type de cette histogramme sont calculés puis une gaussienne est ajustée grâce à la

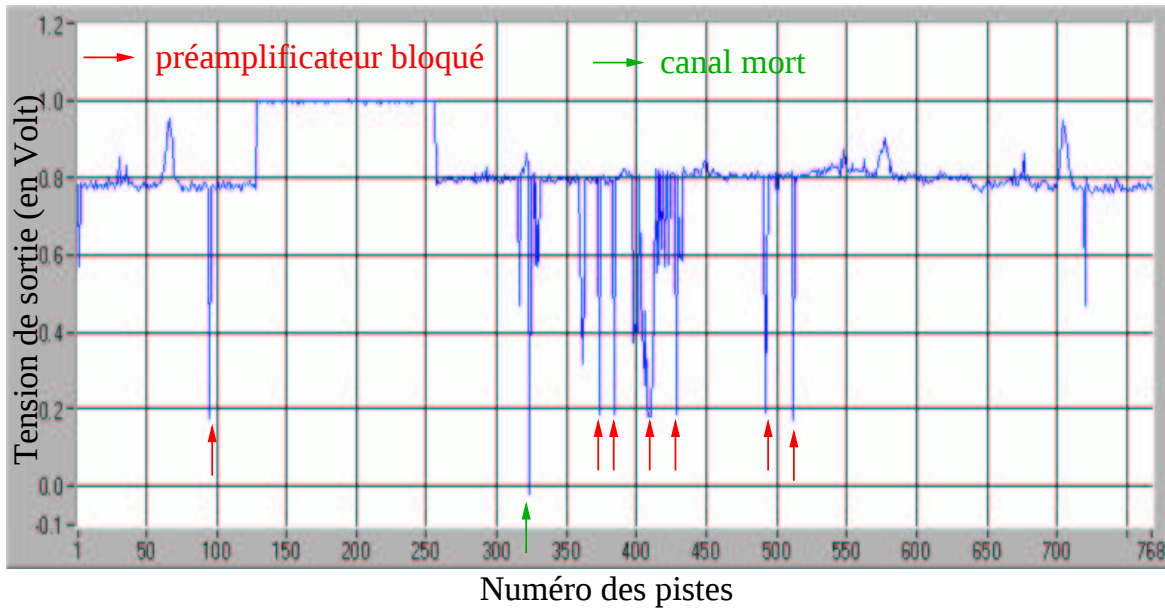


FIG. 11 – Tension de sortie de tous les canaux

formule:

$$f(x) = \frac{N}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(\frac{-(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

où N est le facteur de normalisation,  
 $\sigma$  est l'écart-type,  
 $\mu$  est la valeur moyenne,  
et x la valeur du bruit de chaque piste.

Mais un problème se pose. La valeur de la moyenne et de l'écart type tient compte de toutes les valeurs du bruit même les plus éloignées de la moyenne. Ces paramètres ne sont pas des paramètres gaussiens. Ils sont éliminés par dichotomie en supprimant toutes les valeurs trop éloignées de la moyenne. Pratiquement, le  $\sigma$  et le  $\mu$  obtenus sont utilisés puis les valeurs qui s'éloignent de plus de  $3\sigma$  de la moyenne sont rejetées.  $\sigma$  et  $\mu$  sont alors recalculés. Cette opération est effectuée plusieurs fois jusqu'à ce que plus aucune valeur ne s'éloigne de plus de  $3\sigma$  de la moyenne. Les paramètres sont alors gaussiens.

A partir des paramètres obtenus par dichotomie, les pistes plus bruyantes ou moins bruyantes sont visualisées. Ce sont celles qui s'éloignent de plus de  $3\sigma$  de la moyenne. Les pistes moins bruyantes correspondent à trois problèmes différents. Ce sont soit des canaux morts, des canaux dont le préamplificateur est bloqué ou des pistes qui ne sont pas connectées au canaux. Pour différencier les 3 cas, il suffit de recouper ces informations avec celles obtenues avec le générateur interne. Les pistes bruyantes correspondent à 2 problèmes différents. Ce sont simplement des pistes bruyantes

ou ce sont des pistes adjacentes à une piste non connectée. En effet, les pistes non

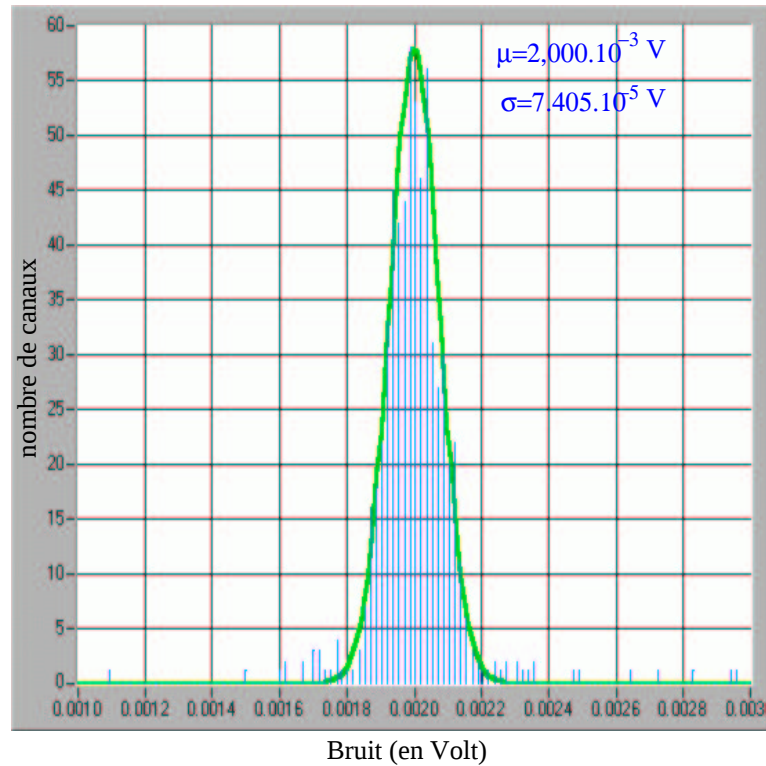


FIG. 12 – *Bruit des pistes*

connectées provoquent du bruit sur les pistes adjacentes.

Les données sont ensuite stockées comme précédemment.

### 3. Le test avec une source lumineuse ponctuelle

Grâce à ce test on peut localiser tous les problèmes du module : les problèmes déjà localisés avec les deux tests précédents et le problème des pistes défaillantes qui n'a pas encore été localisé. En recoupant ce test avec les 2 tests précédents nous pouvons tout d'abord confirmer les informations obtenus et obtenir le numéro des pistes défaillantes. Cependant un problème se pose. En effet, les pistes se trouvant au bord du détecteur sont plus courtes et ne sont pas touchées. On ne peut donc pas obtenir d'informations sur ces pistes. De même si une piste coupée est excitée entre la coupure et le circuit de lecture, elle ne sera pas détectée comme une piste coupée. Mais ces données ont été obtenues lors du test du détecteur avant le montage sur le module.

### 4. Stockage des résultats et comparaison

Les résultats obtenus à partir de ces différents tests sont stockés dans des fichiers avant d'être stockés dans la base de données qui contient déjà les résultats des tests des composants. Toutes ces données seront comparées aux données obtenues pour les tests des composants afin de voir s'il y a eu une détérioration ou non. Le nombre de défauts sera quantifié afin de savoir si le module sera apte à être monté au RHIC.

## V. Conclusion

Nous avons vu que, dans l'expérience STAR, nous avons besoin de modules composés d'un détecteur silicium double face et de son électronique de lecture. Ces modules doivent être testés pour vérifier leur bon fonctionnement. Les différents composants sont d'abord testés séparément, puis le module est testé une fois assemblé.

Le test de ces modules doit se faire automatiquement en raison du grand nombre de modules qui doivent être testés. Différents tests ont donc été programmés et les données recueillies ont été stockées sur fichiers.

# Bibliographie

- [1] *Site de l'IRES*  
<http://ireswww.in2p3.fr/recherche/alice/wwwalice.html>
- [2] *Site de STAR*  
<http://www.rhic.bnl.gov/star/starlib/doc/www/star.html>
- [3] *Site de ALICE*  
<http://www1.cern.ch/ALICE/welcome.html>
- [4] *Site du LEPSI*  
[http://lepsi.in2p3.fr/AXES/alice128C\\_fr.html](http://lepsi.in2p3.fr/AXES/alice128C_fr.html)
- [5] *Proposal for Silicon Strip Detector for STAR (SSD)*
- [6] *Proposal for Silicon Vertex Tracker (SVT) as an upgrade of the STAR experiment at RHIC*
- [7] *ALICE Technical Proposal*  
CERN/LHCC 95-71, LHC/P3 (1995)
- [8] *Irradiation of silicon-strip detector and readout chips for the ALICE experiment at LHC*  
IRES  
Nuclear Instruments and Methods Research A434 (1999) 345-357
- [9] *ALICE 128C, Circuit de lecture "full custom" de détecteur silicium à micropistes pour l'expérience ALICE au collisionneur LHC*  
Les Projets de Recherche du LEPSI, Juin 1999
- [10] *Quality Tests of Double-Sided Silicon Strip Detectors*  
IRES

- [11] *Electrical characterization of ALICE 128C: a low-power CMOS ASIC for the readout of silicon strip detectors*  
LEPSI, IRES, SUBATECH
- [12] *Design and Test of a CMOS Low-Power Mixed-Analog/Digital ASIC for Radiation Detector Readout Front Ends*  
LEPSI
- [13] *Experimental study of spatial resolution of silicon microstrip detectors for the Inner Tracking System of the ALICE Detector*  
IRES, LEPSI, SUBATECH
- [14] *COSTAR*  
LEPSI
- [15] *Connectique TAB des détecteurs silicium pour l'expérience STAR*  
C. Suire et Al.
- [16] *ALICE 128C: A CMOS Full Custom ASIC for the Readout of Silicon Strip Detectors in ALICE Experiment*  
LEPSI,IRES.
- [17] *TAB BONDED SSD MODULE FOR THE STAR AND ALICE TRACKERS*  
IRES,LEPSI,SUBATECH
- [18] *DETECTOR AND FRONT END ELECTRONICS FOR ALICE AND STAR SILICON STRIP LAYERS*  
IRES,LEPSI,SUBATECH