

 	<p>Réf. : XXX-YY-NN NV: 0 ou 1</p> <p>Edition : 1 Date : 12-05-15</p> <p>Révision : 0 Date :</p>
  	 <p><i>Ionospheric and gamma-ray Observations Satellite</i></p>

BANC DE TEST SCINTILLATEURS

	Date	Signature
<p>Préparé par :</p> <p>Cédric AMAND Pierrick BROUAZIN Virginie CHEVALIER Assa DIABIRA Christophe RENESSON</p>	<p>12/05/2015</p>	
<p>Approuvé par :</p>		

Introduction

Le projet IGOSAT, soutenu et financé par le CNES, consiste en la mise en place d'un satellite de taille 10 cm x 10 cm x 30 cm. Il a pour objectif l'étude de l'ionosphère, grâce à une carte GPS ainsi que l'étude des ceintures de radiations en utilisant un scintillateur. Notre projet se concentre sur la 2ème charge utile qui est donc l'étude du système de détection, composé d'un scintillateur, d'un photomultiplicateur (SiPM) et d'une carte d'acquisition (carte Easiroc). Comme le matériel a déjà été acheté, il est nécessaire de comprendre comment il fonctionne en réalisant un banc de test. Le SiPM, à notre disposition, n'a pour le moment jamais été testé dans le domaine spatial, c'est pourquoi la réussite de IGOSAT, dont le lancement est prévu en 2018, conduirait à une prouesse scientifique.

Pour faciliter la compréhension des futurs stagiaires, nous aborderons tout d'abord le fonctionnement des différents composants du système qui a déjà été étudié. Puis, nous parlerons des différentes simulations réalisées, grâce au logiciel gratuit MEGAlib. Pour finir, nous traiterons de la mise en place du banc de test et les résultats obtenus.

Plan

I. Les différents composants du système

1. La chaîne de détection

2. Les scintillateurs plastiques

3. Le scintillateur cristal

4. SiPM

5. EASIROC

II- Simulation sous Megalib

III- Mise en place du banc de test

Matériels à disposition

2. Test de la boîte noire

3. Préparation du banc de test

a) Alimentation

b) Câblage

c) Vue d'ensemble du banc de test

4. Prise en main de LabView

Onglet Slow Control 1

Onglet Slow Control 2

Onglet External ADC test

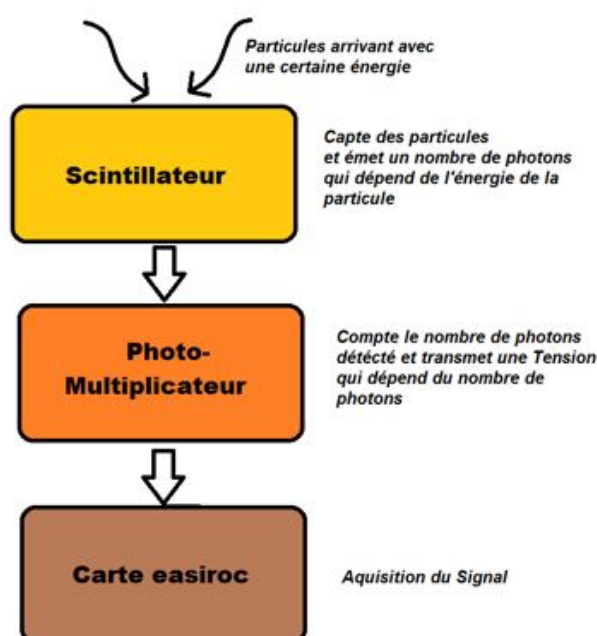
5. Résultats et analyses

Conclusion

I. Les différents composants du système

1. La chaîne de détection

La chaîne de détection est composée de trois sous systèmes : Les scintillateurs (cristal et plastiques), le SiPM (photo-multiplicateur) et la carte EASIROC. En étudiant la ceinture de radiation, le satellite doit détecter des flux d'électrons et des flux de particules gamma. C'est pourquoi il est nécessaire d'utiliser deux types de scintillateurs. En effet, le scintillateur cristal mesurera les gammas et les scintillateurs plastiques s'occuperont des électrons. Lorsqu'un scintillateur reçoit un dépôt d'énergie, il émet un nombre de photons qui dépend de l'énergie déposée. C'est donc en mesurant le nombre de photons émis que nous pourrons en déduire l'énergie des particules incidentes. Ensuite, le SiPM mesure grâce à des pixels ce nombre de photons émis, pour ensuite le convertir en un signal (Tension). Ce signal est envoyé à la carte EASIROC qui numérise le signal grâce à des CANs. Le schéma suivant explique globalement le système de détection :



<p><i>Ionospheric and Gamma-ray Observations Satellite</i></p>	<p>Réf. : XXX-YY-NN NV: 0 ou 1 Edition : 1 Date : 12-05-15 Révision : 0 Date : Page : 5</p>
--	---

2. Les scintillateurs plastiques

Un scintillateur plastique se compose d'une solution solide de molécules organiques scintillantes dans un solvant polymérisé. Il présente l'avantage d'être facile à mettre en œuvre. Le solvant absorbe l'énergie et son excitation est transférée à la solution solide qui émet de la lumière. En général, la résolution d'un scintillateur plastique typique, c'est-à-dire le temps qui lui est nécessaire pour scintiller, est de l'ordre de la nanoseconde. Tous les scintillateurs plastiques sont sensibles aux rayons X, aux rayons gamma, aux neutrons et à des particules chargées. Les études réalisées précédemment sur ce projet ont fixé l'emploi d'un scintillateur plastique en BC412 (Polyvinyltoluène), un plastique fabriqué par Saint-Gobain.

En ce qui concerne les propriétés de notre scintillateur plastique BC 412, celui-ci détecte des longueurs d'ondes comprises entre 400 et 500 nm, avec un maximum de réponse à 430 nm. Son fonctionnement est indépendant de la température entre -60°C et +20°C. Cependant, même si l'on dépasse cet intervalle de température, son rendement est encore correct. En effet, son rendement à +60°C correspond à 95% de celui à +20°C. Il présente également une longueur d'atténuation de 210 cm. Cette longueur d'atténuation correspond à la distance maximale où le rayonnement subsiste après avoir traversé une certaine épaisseur. Il détecte en outre des particules ayant une énergie comprise entre 100keV et 5MeV et sa température de ramollissement est de 70°C. Celle-ci est en accord avec l'utilisation désirée de notre scintillateur, et donc ne posera pas de problème.

Enfin, à l'aide de sa densité qui s'élève à 1.032 g.cm⁻³ et de son volume, environ égale à 3.5 cm³, nous avons estimé le poids de l'ensemble de nos scintillateurs plastiques à 3,6 g.

3. Le scintillateur cristal

Des études préliminaires ont été mené sur le matériau à utiliser pour réaliser ce scintillateur. En effet, les personnes ayant travaillé sur le projet ont défini que le matériau le mieux adapté afin de réaliser les mesures visées, qui sont la quantification des photons gamma, est le Lanthanumtribromide (LaBr_3). Les propriétés de ce matériau sont encore assez mal connues car son utilisation est récente, néanmoins certaines propriétés ont déjà été mises en évidence telles que l'intervalle de longueur d'onde qu'il est capable de détecter [300;450]nm, avec une réponse maximale à 380nm. Sa densité est de 5.08g/cm^3 , l'intervalle de température de fonctionnement est [-65;+175°C] avec un rendement lumineux qui varie de 1% entre 0 et 55°C et varie de moins de 5 % entre -65 et +140°C. Les points critiques de ce matériau sont que son coefficient d'absorption varie suivant l'énergie des rayonnements incidents. Pour des énergies inférieures à 100 KeV nous avons une absorption de 100% et pour 5 MeV seulement 25%. Sachant que les particules les plus énergétiques seront de 2MeV, nous ne détecterons qu'une partie des particules qui traverseront le scintillateur. Il est donc très important de faire attention aux dimensions de celui-ci. De plus une radioactivité interne de ce matériau perturbe le spectre. Nous avons également trouvé pour information, les températures de fusion et d'ébullition du LaBr_3 , qui sont 783°C et 1577°C, et la structure de ce composé qui est hexagonale.

Le rôle de ce scintillateur cristal est d'émettre de la lumière après avoir absorbé des particules énergétiques. Étant donné que ce scintillateur sera entouré d'un scintillateur plastique qui lui détectera les particules chargées, dans notre cas les électrons, il sera donc possible de connaître le nombre de photons arrivant jusqu'au scintillateur cristal en faisant la différence avec le nombre d'électrons qui lui seront parvenus. Lorsque les particules entrent en collision avec le scintillateur, des photons sont alors émis dans toutes les directions de l'espace et ce

sont ces particules que le SiPM devra détecter et amplifier afin que la carte EASIROC mesure le signal.

Tableau récapitulatif de données pour les scintillateurs plastiques et cristal :

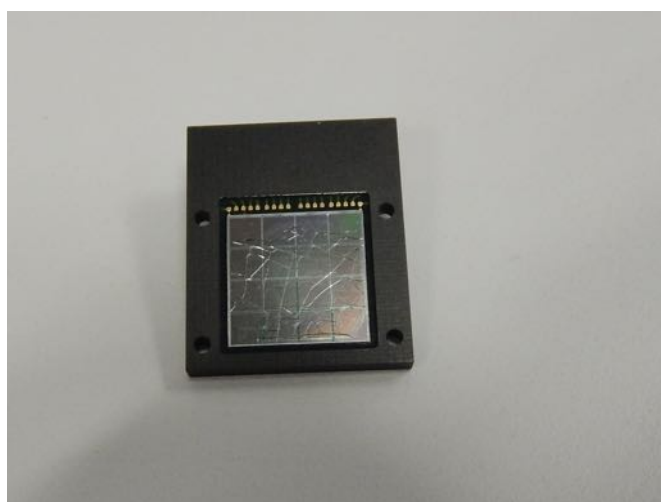
	Densité	Longueurs d'onde détectées	Réponse Maximale	Températures de fonctionnement	Température de transition thermique
Plastique	1.03 g/cm ³	400 - 500 nm	434 nm	[- 60°C ; 20°C]	70 °C (ramollissement)
Cristal	5.08 g/cm ³	300 - 450	380 nm	[-65°C ; 175°C]	783°C (fusion)

4. SiPM

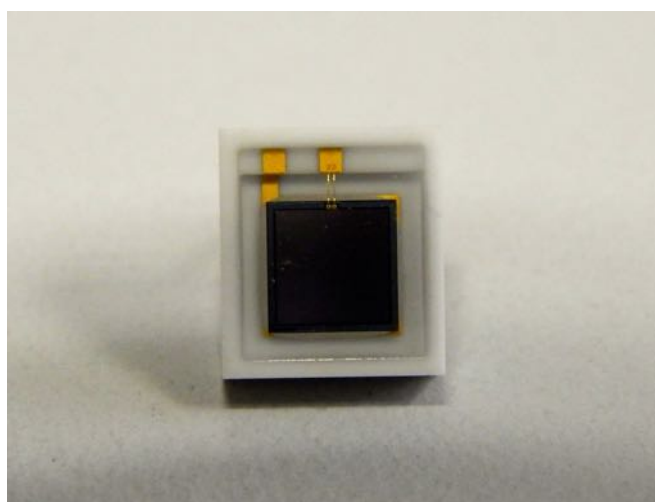
Le SiPM, ou Silicon photomultiplicateur, est un semi-conducteur fait à partir de matrice de photo-diode à avalanche. Son rôle est de détecter et d'amplifier les photons de basse énergie émis par l'ensemble du scintillateur. Le photo détecteur va compter les photons et transformer l'information en signal électrique. Sachant que le nombre de photons est proportionnel à la quantité d'énergie déposée sur le scintillateur, nous obtiendrons l'énergie des particules incidentes. Le SiPM peut détecter les photons du scintillateur plastique et du scintillateur cristal, mais comme on veut connaître le nombre d'électrons et le nombre de particules gamma, nous sommes obligés de distinguer deux parties. Notre SiPM est une matrice de 16 pixels, soit 4*4 pixels composés chacun d'un grand nombre de photo-diodes. Il est nécessaire que les 12 pixels périphériques soient "en face" des scintillateurs plastiques et que les 4 pixels centraux

soient eux en face du scintillateur cristal. Il faut donc que la taille des scintillateurs concorde avec la superficie de la matrice de pixels. La tension à appliquer est de 70V.

(notre charge utile ne doit pas excéder 35% des 3Kg prévus du nanosatellite)



SiPM (4 x 4 pixels)

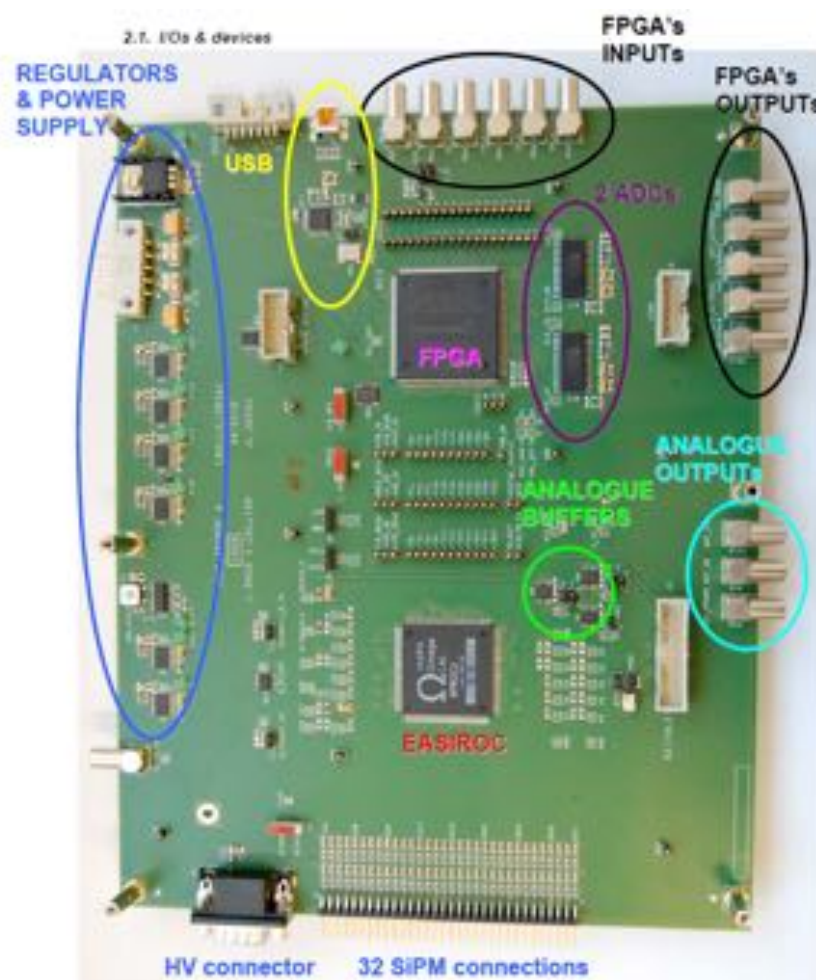


Pixel

5. EASIROC

La carte EASIROC est une carte d'acquisition de 32 channels, reliée au SiPM. Cette carte est composée d'une alimentation propre de 5V, d'une connectique USB pour configurer et analyser les données, d'entrées et de sorties FPGA ainsi que de sorties analogiques dont nous n'avons pas d'utilité. A proximité des 32 channels, se situe l'alimentation haute tension nécessaire au SiPM. Les points de colle de l'attache USB sont très fragiles donc il est nécessaire d'utiliser un câble léger sans lest contrairement à ce qui avait été fourni. La configuration de cette carte se fait via le logiciel Labview. Quant à la vérification de la connection USB, celle-ci se fait avec un autre logiciel indépendant "Test245", disponible sur le bureau d'un ordinateur de la salle Lamarck. Par soucis de bruit, on peut recouvrir la carte d'une sorte de cage de faraday.

A noter que cette carte n'est qu'une carte de test local et qu'elle ne sera pas intégrée au satellite, mais un modèle équivalent sans fonctionnalité superflue et adapté à la bonne taille sera lui choisi. En effet, sa dimension est supérieure et ses fonctionnalités sont trop importantes pour ce que nous allons en faire.



<i>Ionospheric and Gamma-ray Observations Satellite</i>	<p>Réf. : XXX-YY-NN NV: 0 ou 1</p> <p>Edition : 1 Date : 12-05-15</p> <p>Révision : 0 Date :</p> <p style="text-align: right;">Page : 10</p>
---	--

Notre sujet se décompose en deux parties:

- une partie software qui consiste en une simulation informatique via le logiciel Mégalib
- une partie hardware qui consiste à la mise en place du banc afin de réaliser des tests sur le SiPM et sur le scintillateur cristal en visualisant la réponse avec la carte EASIROC.

II- Simulation sous Megalib

Megalib est un logiciel gratuit qui s'installe seulement sous Linux ou Mac. Celui-ci est composé de plusieurs outils tels que Géomega, Cosima ou encore Revan. Pour réaliser une simulation, il faut tout d'abord créer une géométrie. Par exemple, nous avons modélisé le scintillateur cristal, les scintillateurs plastiques et le SiPM. Ensuite, il faut définir la source qui générera les particules lors de la simulations. Cette source peut être isotrope, sphérique, linéaire, etc. Enfin, pour l'acquisition des données, Revan est très utile pour afficher la répartition spatiale des interactions entre détecteur, ou encore l'énergie mesurée par le détecteur.

Résumé sur l'utilisation des outils de Megalib :

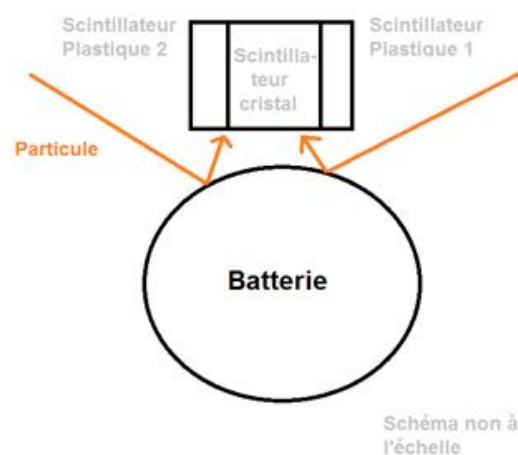
Outils	Geomega	Cosima	Revan
Intérêt	Visualisation en 3D du système	Lancement de la simulation en utilisant une source	Affichage des détails de la simulation
Type de fichier	.geo.setup	.source	.geo.setup .source

<p><i>Ionospheric and Gamma-ray Observations Satellite</i></p>	<p>Réf. : XXX-YY-NN NV: 0 ou 1 Edition : 1 Date : 12-05-15 Révision : 0 Date : Page : 11</p>
--	--

(Pour plus de détails, voir fichier réalisé par Paul Hilaire)

Nous avons souhaité étudier l'impact de la batterie du satellite sur notre système de détection. En effet, celle-ci est très volumineuse par rapport aux scintillateurs. D'autre part, elle se situe juste en dessous de la chaîne de détection. Il est donc possible qu'elle joue un rôle sur le nombre de particules détectées. Une particule peut arriver sur la surface de la batterie et rebondir jusqu'à toucher les scintillateurs. Si c'est le cas, les données seront donc faussées. Par exemple, si des électrons parviennent jusqu'au cristal, ce dernier les détectera et donc les électrons se feront passer pour des particules gammas. Alors, nous l'avons simulé pour essayer d'anticiper ce qui se passerait.

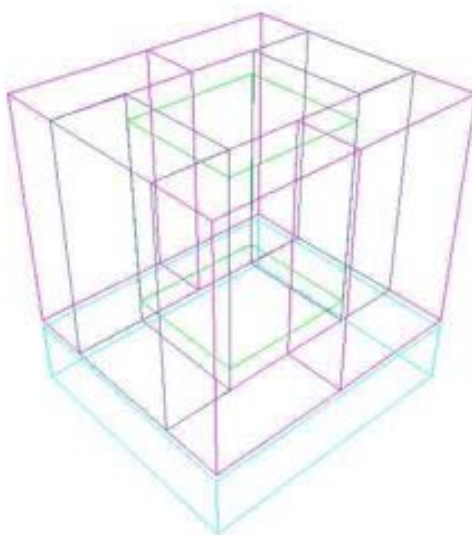
Schéma de ce qui pourrait se passer :



1ère simulation : (Sans batterie)

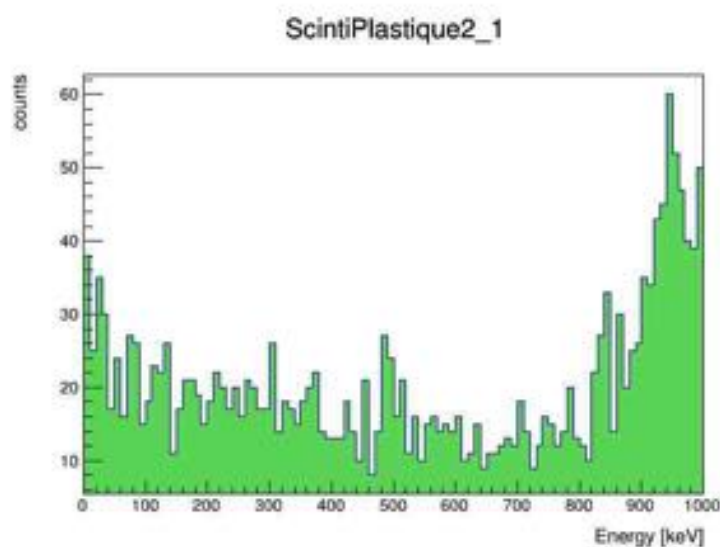
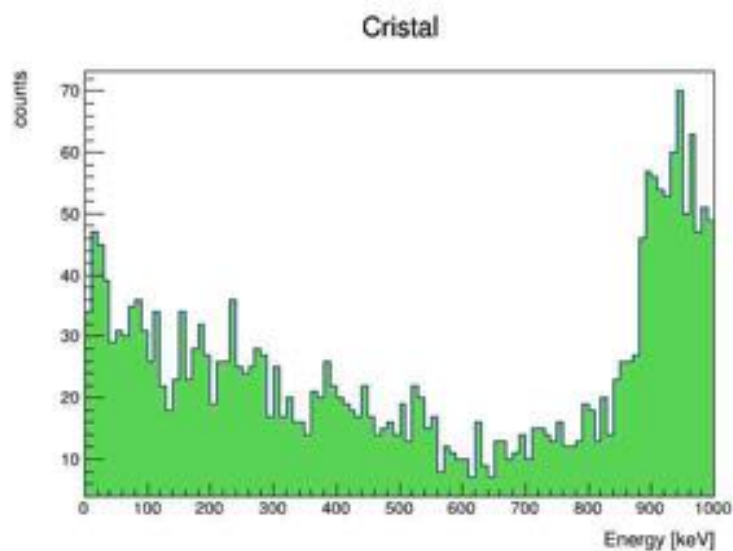
Système étudié	<ul style="list-style-type: none">● Scintillateurs cristal et plastiques● SiPM
Source utilisée	<ul style="list-style-type: none">● Electrons d'énergie 1 MeV● Nombre de particules simulé : 1 000 000● Source isotrope● Angle solide au dessus du système

Visualisation avec geomega :



Grâce à rewan, nous avons récupéré l'énergie mesurée pour chaque détecteur. Nous en présenterons seulement quelques uns (Les diagrammes ont une allure très proche).

Les diagrammes suivants présentent l'énergie collectée par les détecteurs.

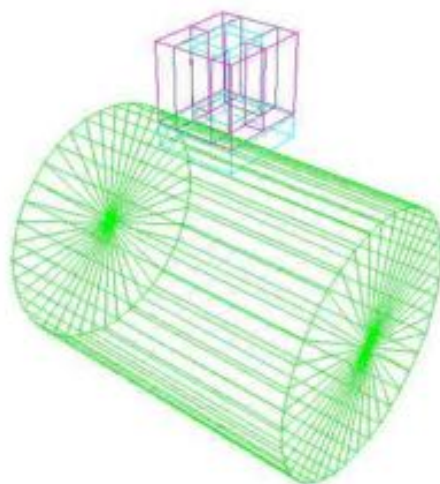


Nous remarquons que nous avons des pics plus élevés aux alentours de 1 MeV. Cela correspond aux particules qui arrivent directement sur le détecteur, sans perdre d'énergie au cours de son trajet. A l'inverse, les particules de basse énergie détectées sont celles qui ont déjà traversé des matériaux. Sur cette simulation, il n'y a pas de scintillateur au dessus du cristal, c'est pourquoi nous distinguons sur le diagramme un pic autour de 1 MeV.

2ème simulation : (Avec la batterie)

Système étudié	<ul style="list-style-type: none">● Scintillateurs cristal et plastiques● SiPM● Batterie placée en dessous du système
Source	<ul style="list-style-type: none">● Electrons d'énergie 1 MeV● Nombre de particules simulé : 1 000 000● Source isotrope● Même angle solide (15° ; 360°)

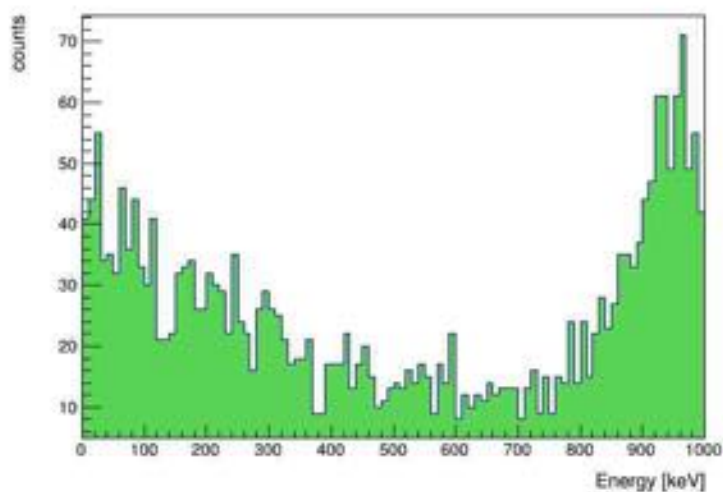
Visualisation avec geomega :



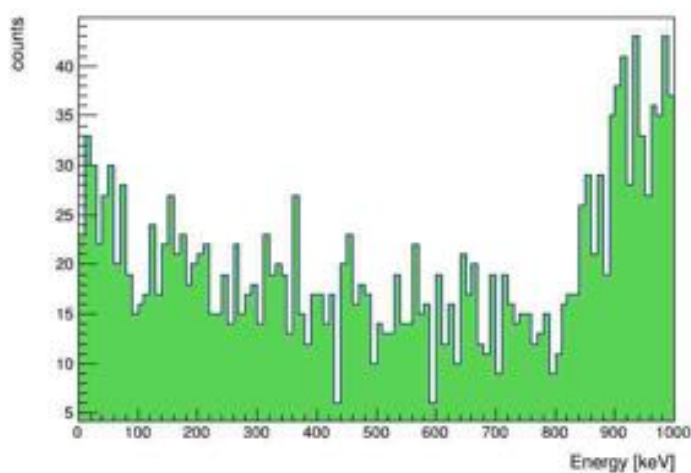
Résultats :

Les diagrammes suivants présentent l'énergie collectée par les détecteurs. Nous avons choisi de présenter le Cristal et un des plastiques.

Cristal

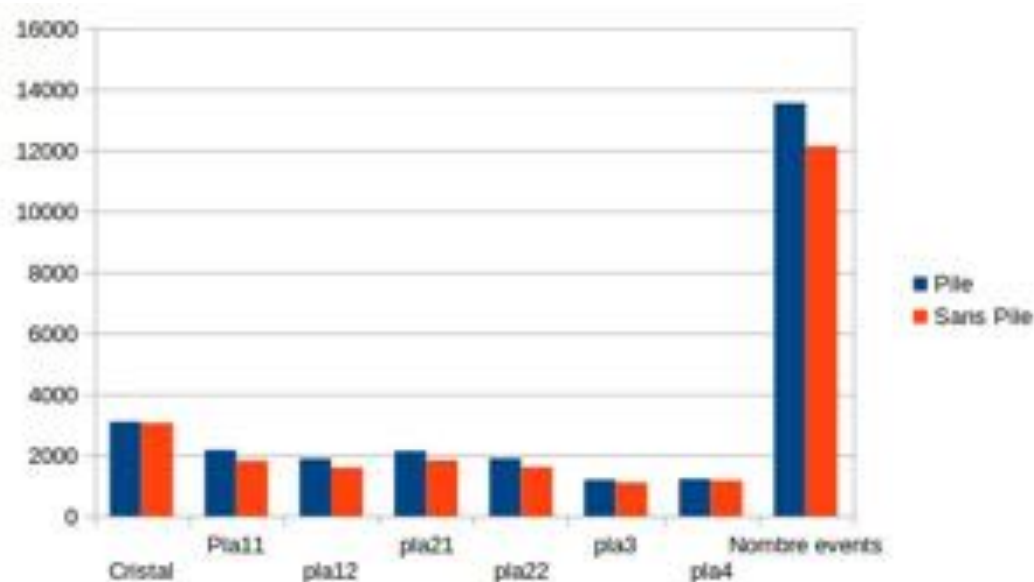


ScintiPlastique1_1



Nous remarquons que les deux simulations semblent présenter la même distribution d'énergie. Cependant, lorsqu'on s'intéresse aux nombres d'évènements par détecteur, nous observons une légère différence entre ces deux simulations.

Comparaison :



Nous pouvons regarder cette comparaison sous forme de pourcentage, afin de nous permettre de les comparer :

	Pourcentage de particules détectées avec Pile (%)	Pourcentage de particules détectées sans Pile (%)	Ecart type avec Pile (%)	Ecart type sans Pile (%)
Cristal	25,12	22,85	0,45	0,46
Pla11	14,90	15,96	0,35	0,38
pla12	13,07	13,83	0,33	0,36
pla21	15,06	15,75	0,35	0,38
pla22	13,22	13,89	0,33	0,36
pla3	9,04	8,74	0,27	0,28
pla4	9,59	8,97	0,28	0,29

Nous pouvons voir sur le tableau précédent que le scintillateur cristal détecte plus de particules en présence de la batterie. En effet, en ajoutant la batterie, le cristal gagne environ 2 points de pourcentage. Sachant que l'écart type est de environ 0.5 %, la batterie semble donc jouer un rôle sur le nombre de particules détectées. Par contre, nous pouvons voir que les autres scintillateurs détectent légèrement moins de particules. Cela peut être dû à notre source isotrope. Celle-ci émet dans toutes les directions et donc peut être que la batterie en bloque certaines.

<i>Ionospheric and Gamma-ray Observations Satellite</i>	Réf. : XXX-YY-NN NV: 0 ou 1 Edition : 1 Date : 12-05-15 Révision : 0 Date : <p style="text-align: right;">Page : 18</p>
---	---

III- Mise en place du banc de test

1. Matériels à disposition

Pour réaliser notre banc de test, nous disposons du matériel suivant:

- Boite noire
- carte EASIROC
- SiPM
- Un scintillateur cristal (de mauvaise dimension)
- Générateurs
- Ordinateur avec Labview

2. Test de la boîte noire

Pour tester l'étanchéité de notre boîte de test, nous avons en premier lieu utilisé un module MPPC de chez Hamamatsu. Ce module compte le nombre de photons en détectant simplement la lumière. Nous nous sommes confrontés à l'impossibilité d'utiliser ce module sous un ordinateur dû à l'absence de pilote adéquat, mais une alimentation USB était quand même nécessaire. Nous avons pu tout de même analyser le signal de manière analogique sur un oscilloscope. Malgré la présence d'un bruit de fond, le test était concluant, surtout en comparaison du moment où une source de lumière est activée, ne serait-ce que notre simple LED. Ce petit module nous a servi de point de départ en attendant de posséder le matériel adéquat, c'est-à-dire, la carte EASIROC.



Le choix de la LED ne fut pas inopportun, elle émet dans les 480nm ce qui se rapproche de la longueur des éléments à mesurer dans l'espace.

3. Préparation du banc de test

a) Alimentation

Nous avons pré-réglé les différents éléments d'alimentation de sorte qu'aucuns réglages de base ne soient perdus et que toutes les personnes puissent travailler sous les mêmes conditions. Des profils au sein des machines ont été créés, que ce soit l'alimentation haute ou basse tension sous le nom tout simple de "IGO" . Cela nous permet d'atteindre directement une tension de 75 V. L'alimentation haute tension est celle branchée à proximité des connecteurs au SiPM sur le HV connecteur de la carte EASIROC (voir schéma carte précédente).

L'alimentation basse tension est celle globale de la carte EASIROC et permet son fonctionnement. Via le logiciel comme détaillé ci-dessous, nous pourrons alors soustraire au connecteur SiPM les 3 V nécessaire pour atteindre 72V.



Alimentation haute tension



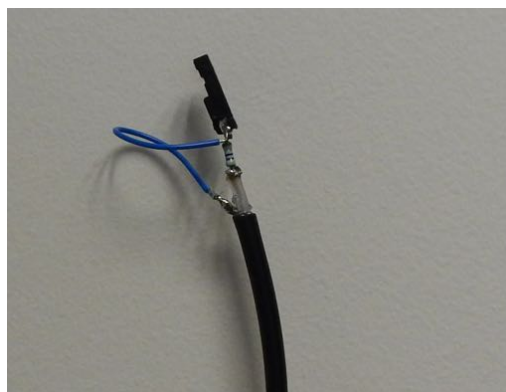
Alimentation basse tension

b) Câblage

La réalisation par nos soins d'un câble adéquat pour la LED fut nécessaire. Nous avons soudé une résistance pour éviter toute dégradation de la LED et nous l'avons relié à un câble coaxial, afin d'être branché à un générateur. Dans un premier temps, à l'aide d'un générateur d'impulsion, nous avons mis un signal constant afin de vérifier l'intégrité de la LED à l'oeil nu et avons fait varier l'intensité jusqu'à 500 mV, notre seuil à ne pas dépasser. Nous avons ensuite mis ce signal à 350 mV ce qui correspondait le mieux avec les conditions de simulation, et nous permettait de bien distinguer la lumière d'éventuels bruits. La fréquence elle, à été poussée à 1 kHz.



Générateur de pulsation



Câble pour LED

c) Vue d'ensemble du banc de test

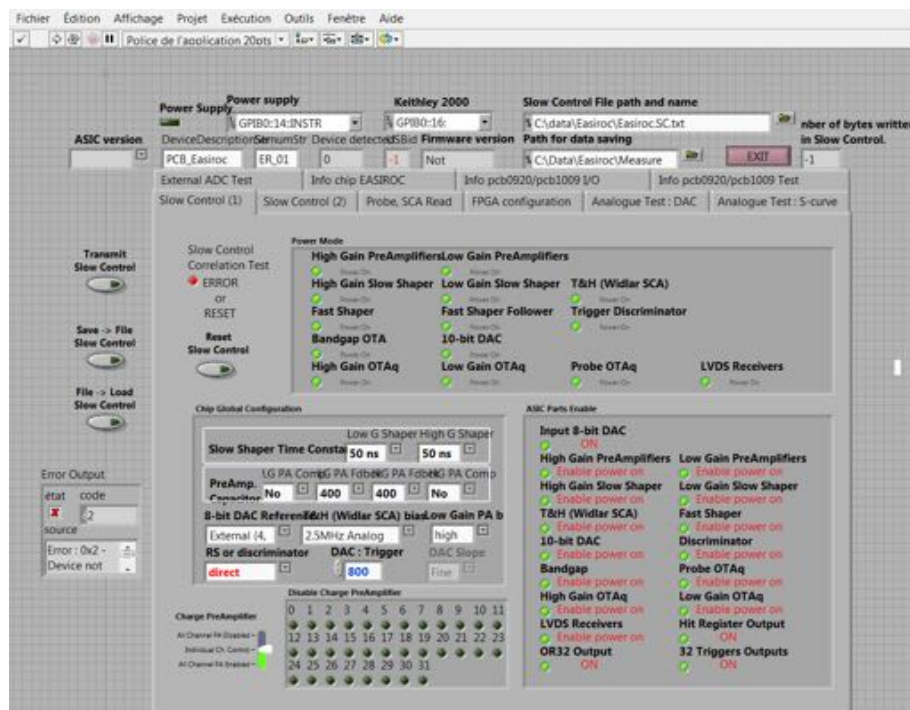


4. Prise en main de LabView

Labview est un logiciel qui permet de gérer la carte EASIROC via connexion USB. Cela va donc nous permettre de piloter la carte et de visualiser un histogramme des réponses sur ces 32 chaînes. Nous avons utilisé 3 onglets afin de réaliser nos tests.

Onglet Slow Control 1

Cet onglet nous a permis de régler le DAC:Trigger. Cette valeur correspond au seuil (en tension) à partir duquel il déclenchera une mesure: autrement dit c'est le seuil à partir duquel LabView code le signal. Cette valeur de trigger est comprise entre 0 et 1023; 0 étant le seuil le plus haut et 1023 le seuil le plus bas. Nous avons travaillé avec un trigger compris entre 700 et 800 afin de travailler uniquement sur les entrées actives, et non sur le bruit apparent.



<p><i>Ionospheric and Gamma-ray Observations Satellite</i></p>	<p>Réf. : XXX-YY-NN NV: 0 ou 1 Edition : 1 Date : 12-05-15 Révision : 0 Date : Page : 23</p>
--	--

Onglet Slow Control 2

On peut régler ici la tension à mettre sur chaque pin de la carte EASIROC. En effet, chaque pin a une valeur de tension qu'il faudra d'abord mesurer (à l'aide d'un voltmètre), régler petit à petit et soustraire de la valeur de la haute tension afin d'avoir un signal correct.

Par exemple, le pixel est branché sur pin 30 de la carte et fonctionne à une tension de 72V. Pour cela, nous appliquons 75V en Haute tension et nous réglons, à partir de cette onglet, une tension de 3V. La valeur à rentrer pour atteindre ces 3 V n'est pas exactement la même. Ainsi si par exemple on impose à toutes les entrées une tension équivalente de 50, le voltage variera jusqu'à 1 V entre l'entrée n°1 et l'entrée n°30. Il est donc très important de faire les réglages pour chaque entrées utilisées, même pour une même matrice de pixels.

Un autre aspect est que la courbe de correspondance entre la valeur numérique et la valeur réelle analogique n'est pas une droite parfaite, ainsi il est possible si on veut connaître de manière prédéterminée le voltage sans le mesurer, il faudra faire en premier lieu une courbe d'étalonnage pour savoir à l'avance les valeurs physiques des données en entrée sur le logiciel.

Onglet External ADC test

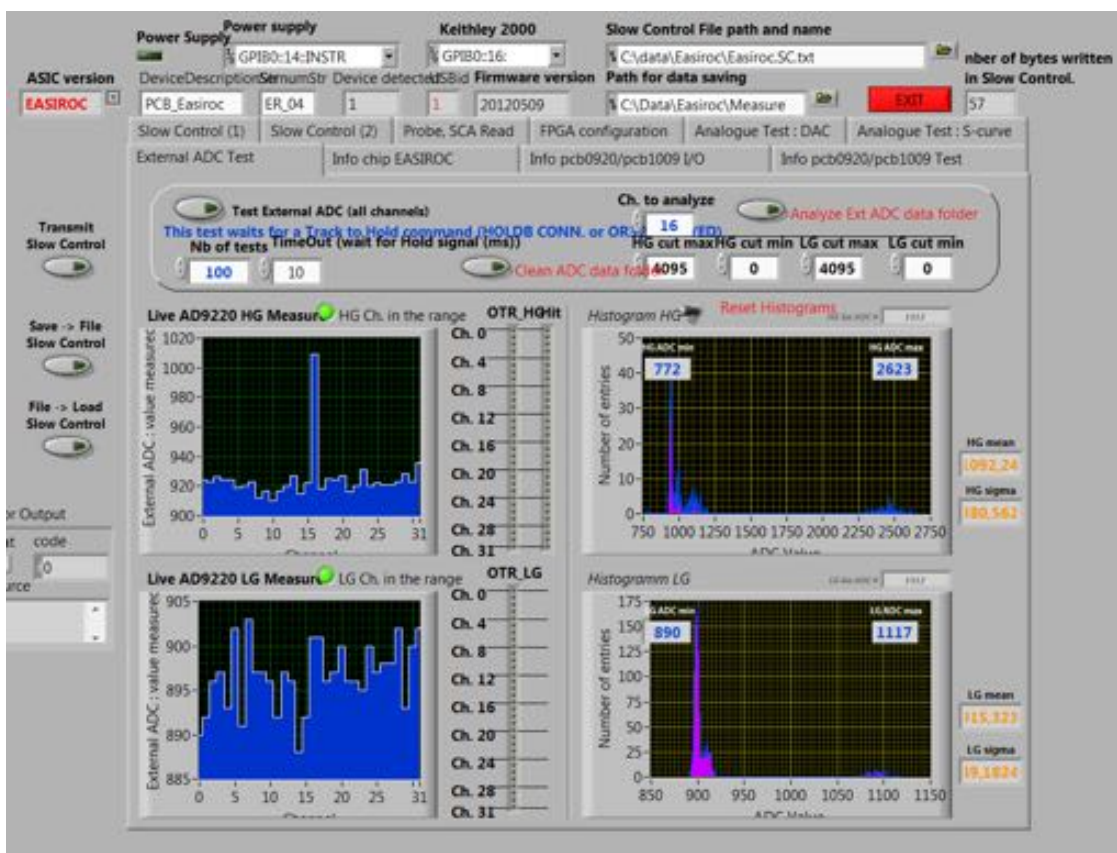
Cet onglet nous permet de visualiser ce que détecte le SIPM. Nous avons accès à deux parties:

- Deux histogrammes avec ce que détecte chaque pin de la carte EASIROC
- Deux histogrammes sur le signal détecté par le pin où se trouve le SIPM.

Ces histogrammes sont réalisés par une chaîne de détection qui pré-amplifie puis amplifie et qui le transforme ensuite en signal digital afin de pouvoir avoir une lecture via USB et de visualiser le signal.

Ces histogrammes représentent un signal bas-gain, qui correspond à une multiplication par 10 du signal, nous donnant une allure de celui-ci. Le deuxième histogramme représente le

haut-gain, correspondant à une multiplication par 1000 du signal afin de nous donner de plus amples détails au niveau de pics.



Après chaque réglage, nous appuyons sur le bouton transmit Slow Control.

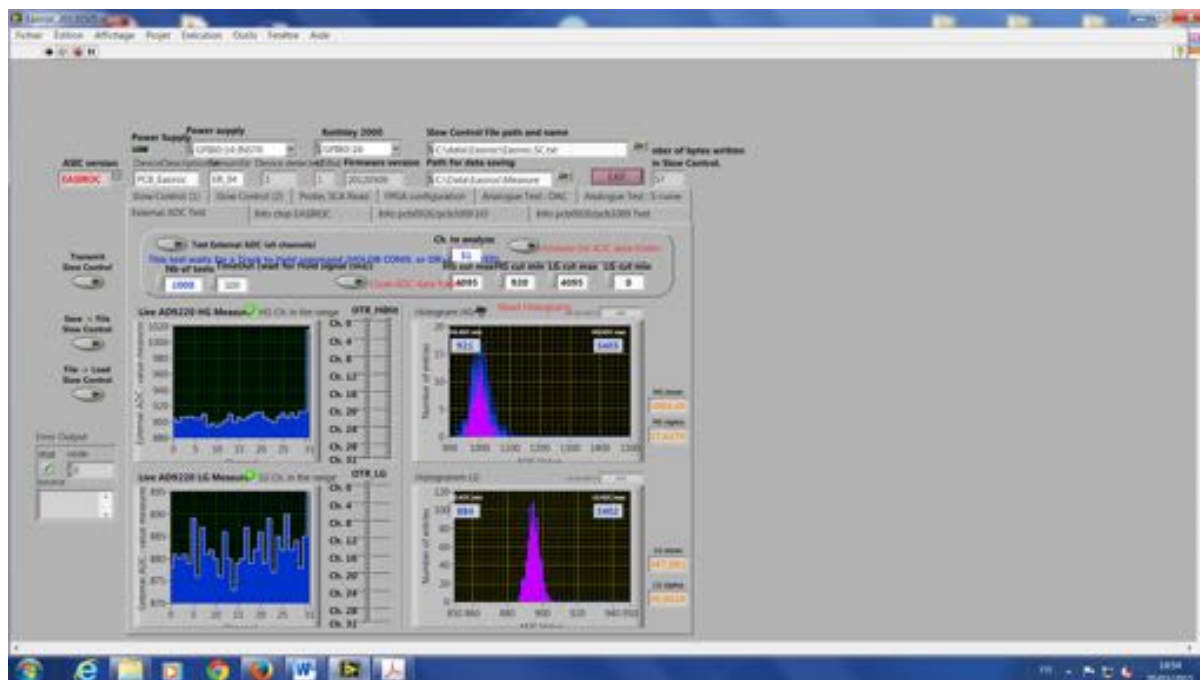
5. Résultats et analyses

Lors des lectures des différents rapports de Paul Hilaire et lors de notre rencontre avec lui, il nous signalait un fort bruit ne pouvant se détacher du signal et de ce fait, nous ne pouvons lire et interpréter le signal correctement. Ce problème serait dû selon lui à un problème de grounding.

Dans notre cas, nous avons réussi à extraire le bruit de fond du signal sur le pin correspondant à celui du SiPM. En effet, on voit bien que le canal est nettement au dessus des autres canaux. Mais, nous trouvons qu'il subsiste un grand bruit sur les canaux dont nous ne comprenons pas l'origine puisque nous n'avons imposé aucune tension sur ces canaux.

Résultat obtenu avec les paramètres suivants:

générateur pulsation LED	LabView	Agilent (basse tension)	Advantest (haute tension)
<ul style="list-style-type: none">● 350mV● 1kHz● 1V offset● 100s(Width)● 5 ns (Edge)	<ul style="list-style-type: none">● Trigger : 600● canal 31: 50 ≈ 4V	<ul style="list-style-type: none">● -25V : -7,5V● +25V: 5V	<ul style="list-style-type: none">● 75V● limite intensité= 10μA



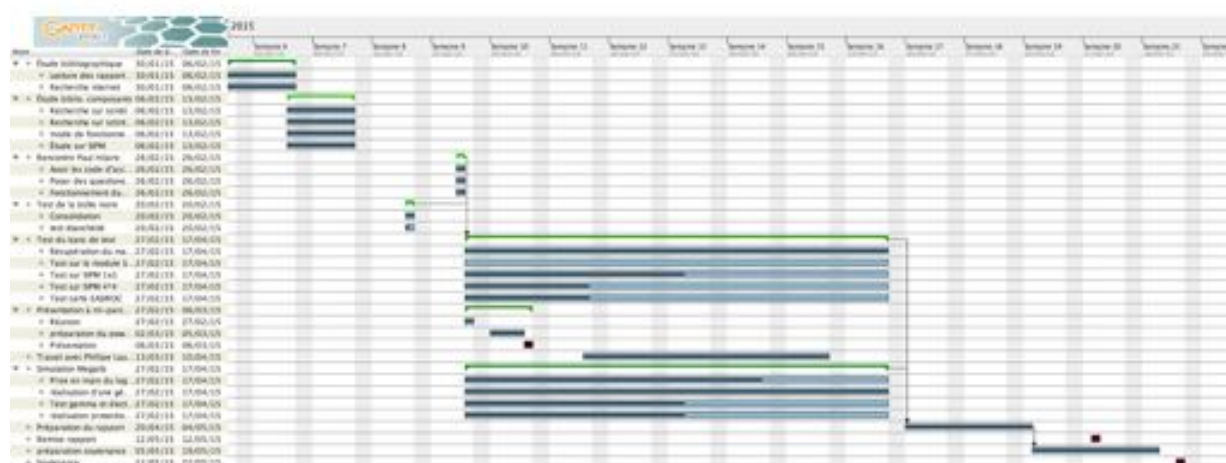
Le SiPM matriciel quant à lui est très sensible: à une tension de LED de 250 mV, nous observons un pic alors qu'avec le pixel seul aucun pic n'était visible.

Pour résoudre ce problème nous avons donc pensé à faire une "cage de FARADAY" afin d'éviter les bruits parasites des pins non connectés de la carte (boîte en carton recouvert d'aluminium).

Nous n'avons malheureusement pas eu le temps de tester cette boîte car le port USB de la carte, duquel les points de colles étaient en partie décollés, a fini par se dessouder. Nous avons donc entrepris le remplacement de ce port USB en soudant, premièrement, 3 fils sur les entrées 1,2,3 et 5 de la carte afin de pouvoir y souder, dans un second temps, le nouveau port USB. Mais lors de la connexion sur l'ordinateur, rien ne se passe, la carte n'est pas reconnue par LabView. Nous avons donc contacté M. Ludovic RAUX afin qu'il puisse nous éclairer. Le rendez-vous a été fixé le mardi 12 mai 2015. Lors de ce rendez-vous, M.Raux a vérifié notre soudure et a décidé de prendre la carte EASIROC dans son laboratoire afin de l'analyser. Elle sera disponible la semaine prochaine.

Conclusion

Avancement du groupe (barre noir)



Autrement dit, nous pouvons répertorier notre avancement, les problèmes rencontrés et les tests qui restent à faire avec le tableau suivant.

Ce qui a été réalisé

cablage LED, SIPM et EASIROC

Réglages des appareils de mesure et d'alimentation le tout sauvegardé

Test sur pixel et un pixel séparé de la matrice avec LED et boîte noire

Réalisation d'une cage de FARADAY

Modélisation des scintillateurs seuls et avec Aluminium sous Géoméga

Modélisation des scintillateurs et d'une pile sur Géoméga

Test de simulation sur les différents géométries sur Cosima avec source d'électron et de gamma

Problèmes rencontrés

Délai d'obtention de la carte EASIROC

Port USB fragile: achat d'un autre port mini USB (délai de livraison et d'attente)

Source d'émission sur Cosima difficile à positionner

LED: Délai d'obtention et absence de cablage approprié

Absence des drivers du module MPPC

SIPM fissuré avec datasheet obsolète

Taille SIPM et scintillateur pas adapté

Bruit de fond sur EASIROC même sur des entrées non connectées

Tests trop long sous MEGAlib mais résolu avec la machine virtuelle et puissance des clusters

Proposition de tests futurs

Faire des test sur plusieurs températures (surtout froides) pour tester le bruit de fond

Faire un test mineur avec un freezer ou avec un lien de cuivre pour faire un pont thermique

Tester les 4 pixels du SIPM simultanément

Test avec une source radioactive (pour gamma)

Voir en salle blanche avec un dispositif d'atmosphère à l'azote pour descendre les températures