

Compte rendu de la session du CSTS de l'Irfu/SPP du 4 novembre 2011

Président : Ch. Yèche (SPP).

Secrétaire : B. Tuchming (SPP).

Présents : N. Alamanos (adjoint au chef de l'Irfu), S. Anvar (Sédi), F. Ardellier (chef du SIS), U. Bassler (chef du SPP), J.-E. Campagne (IN2P3/LAL), S. Rosier-Lees (IN2P3/LAPP), D. Calvet (Sédi), Ph. Chomaz (chef de l'Irfu), E. Delagne (Sédi), F. Déliot (SPP), M. Garçon (chef du SphN), G. Hamel de Monchenault¹ (SPP), E. Kajfasz (IN2P3/CPPM), M. Mur (chef du Sédi), E. Perez (CERN), Ph. Rebougeard (adjoint au chef de l'Irfu), L. Serin (DAS de l'IN2P3), M. Talvard (adjoint au chef du SAp), G. Vasseur² (SPP), B. Vallage³ (SPP), D. Vilanova (adjoint au chef du SPP).

Le conseil scientifique et technique de ce jour était consacré aux participations aux projets de mise à niveau (upgrade) des deux expériences du LHC, Atlas et CMS. Pour Atlas, 3 projets ont été examinés : l'upgrade de l'électronique du calorimètre, le remplacement des petites roues du spectromètres à muons par des chambres micromegas, et le détecteur de proton à l'avant (AFP).

1. Introduction : Planning du LHC

Les différents projets d'upgrade examinés s'inscrivent dans le planning global des améliorations et modifications du LHC, qui doivent aboutir à la phase à très haute luminosité. Les grandes lignes du planning sont les suivantes à l'heure actuelle :

- Jusqu'à fin 2012, phase actuelle, $\sqrt{s} \sim 7-8$ TeV, luminosité pic de quelques $10^{33} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, luminosité intégrée de l'ordre de 20 fb^{-1} .
- 2013- 2014 : Arrêt du LHC pour la montée en énergie (LS1).
- 2015-2017 : Phase 0 de prise de données. $\sqrt{s} \sim 13$ TeV, luminosité pic de 10^{33} à $10^{34} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, luminosité intégrée de l'ordre de 50 fb^{-1} .
- 2018 : Arrêt du LHC (LS2).
- 2019-2021 : Phase 1 de prise de données, luminosité pic de 1 à $2 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, luminosité intégrée de l'ordre de 300 fb^{-1} .
- 2022-2023 Arrêt du LHC (LS3).
- A partir de 2024 : Phase 2, luminosité pic de $5 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, luminosité intégrée de l'ordre de 2 ab^{-1} .

2. Atlas : électronique du calorimètre

La collaboration Atlas envisage de remplacer l'électronique de son calorimètre en deux étapes. Dans un premier temps, l'électronique actuelle va donner des taux de déclenchements trop élevés dès la haute luminosité de la phase 1. Il faudra donc augmenter la granularité du système pour cette phase en remplaçant l'électronique de déclenchement. Dans un deuxième temps, à cause du vieillissement naturel et de la dose de radiation cumulée, il sera nécessaire de changer l'électronique front-end pour la phase 2. Une solution tout numérique est envisagée pour faire face à la haute luminosité de cette phase.

L'Irfu a dessiné et construit le système actuel de déclenchement (Tower Builder Boards) qui repose sur une électronique analogique. Il assure aussi la maintenance de ce système. Mener l'upgrade de ce système pour la phase 1 est donc naturel compte tenu de l'expertise reconnue de notre institut. Cela permettrait aussi d'entretenir la veille technologique dans les domaines de

1 Rapporteur pour AFP

2 Rapporteur pour CMS

3 Rapporteur pour Atlas : électronique du calorimètre et upgrade du spectromètre à muon.

détection à haut flux et de l'électronique rad-hard adaptée à l'upgrade de la phase 2.

La collaboration Atlas a pour l'instant proposé que soit développée une électronique de déclenchement offrant la double fonctionnalité, numérique et analogique pour la phase 1. Suivant les avis des experts du Sédi, cette solution intermédiaire n'est pas viable et le groupe du SPP envisage une solution tout-numérique pour le système de déclenchement. Il voudrait dans un premier temps, avec l'aide du Sédi (6 mois, 0,5 FTE) réaliser une pré-étude afin de mieux définir le projet et son intégration dans Atlas, d'ici l'été 2012. Il pourrait s'ensuivre la réalisation d'un prototype avant 2014. A plus long terme, il s'agirait de participer à l'upgrade de la phase 1, mais les modalités de cette participation restent à définir et dépendront des résultats de la pré-étude.

En résumé :

Le CSTS salue l'initiative des physiciens du SPP pour participer à l'upgrade de l'électronique de déclenchement du calorimètre et soutient le choix d'une solution tout numérique. Il souligne que cette initiative doit permettre à l'institut d'acquérir une expertise dans le domaine de l'électronique front-end rad-hard numérique qui est l'une des clés du futur de notre discipline. Il soutient vivement la demande de support technique faite au Sédi pour la phase de pré-étude de l'électronique de déclenchement et compte ré-examiner l'état d'avancement du projet après cette phase, à l'automne 2012.

Compte tenu de l'importance du projet, le CSTS souhaiterait qu'un plus grand nombre de physiciens du SPP s'y joignent, notamment en travaillant sur la simulation et l'optimisation du système de déclenchement en développement.

3. Atlas : spectromètre à muons

A cause de la haute luminosité de la phase 2, les chambres à muons à l'avant d'Atlas, appelées « petites roues » ($R \sim 5$ m) seront fortement affectées en terme de taux d'occupation et de radiation. Le système actuel doit donc être changé. Un groupe Sédi/SPP, s'inscrivant dans la collaboration MAMMA (Muon Atlas MicroMegas Activity) propose de participer à l'upgrade des petites roues. Ce projet consisterait à faire construire par l'industrie environ 1000 m² de chambres micromegas à anodes résistives de grande taille. Le bureau d'étude du SIS a réalisé la conception mécanique pour l'intégration des chambres micromegas dans les « petites roues ».

Les chambres micromegas présentent entre autres, l'avantage d'être à la fois suffisamment rapides pour le déclenchement et suffisamment précises pour la reconstruction hors-ligne. La solution micromegas fait face à deux projets concurrents qui reposent chacun sur deux types de détecteurs et des technologies déjà employées dans les chambres à muons d'Atlas : 1. small monitored drift tubes + thin gap chambers, 2. small monitored drift tubes + resistive plate chambers. La sélection d'une des solutions par Atlas devrait se faire au début 2012.

Le CSTS salue les réalisations récentes du groupe Sédi/SPP pour la R&D de ce projet : des études en faisceau test de la technologie à anode résistive, des études de tenue aux radiations et des études d'intégration mécanique. Elles ont permis de valider la solution micromegas pour l'upgrade des petites roues.

Si ce projet était retenu par Atlas, le groupe envisagerait une participation de l'Irfu à hauteur de 10% du coût total de construction, ce qui représente environ 1 MCHF.

Au cas où la solution micromegas ne serait pas retenue, le groupe envisagerait de se repositionner sur l'upgrade du MBTS (minimum bias trigger system) d'Atlas, dont les dimensions sont plus réduites ($R \sim 0,90$ m). Il s'agirait d'utiliser la technologie des chambres micromegas à anodes résistives sur environ 10 m² de surface. La précision de micromegas permettrait d'ajouter un point supplémentaire au trajectographe central d'Atlas pour les traces de particules chargées très à l'avant. Si le projet est d'envergure plus restreinte, son calendrier est plus serré puisque l'upgrade est prévue pour la phase 0.

Dans les deux cas et à court terme, le groupe voudrait réaliser un détecteur micromegas à anodes résistives d'environ 1 m².

En résumé :

Le CSTS souligne l'intérêt stratégique qu'aurait l'institut à ce que la technologie micromegas soit retenue pour un détecteur du LHC. Il félicite le travail de R&D accompli par le groupe pour adapter micromegas aux contraintes du LHC grâce à la technologie des anodes résistives. La participation à l'upgrade des petites roues est d'un intérêt majeur, mais les modalités devront être rediscutées au CSTS en cas de choix des micromegas par Atlas.

Compte tenu du calendrier du projet d'upgrade du MBTS, le CSTS encourage le groupe à mieux définir et investir dès à présent cette option, par exemple en travaillant sur des simulations qui démontreraient tout l'intérêt de la solution micromegas ajoutant un point de mesure au trajetographe d'Atlas.

Dans tous les cas, le CSTS appuie la demande de construction d'un prototype de chambre micromegas de grande taille à anode résistive ce qui s'inscrit parfaitement dans la stratégie de R&D de notre institut.

4. Atlas : AFP

Le projet Atlas forward proton a pour but d'étudier les collisions diffractives, en installant pendant LS1 des détecteurs de part et d'autre à 220 m du point d'interaction d'Atlas (zone chaude du LHC). Les détecteurs doivent être installés dans des tubes du faisceaux qui sont mobiles. Cette technologie a déjà été mise en œuvre avec succès auprès du collisionneur Hera. Leur réalisation représente 40% du coût total de 2,5 M€ du projet et devrait être pris en charge par le groupe Cern-Atlas. Si la physique le motivait, par exemple pour l'étude du boson de Higgs à basse masse, il est envisagé une upgrade pendant LS2, avec des détecteurs à 420 m dans la zone froide du LHC.

L'appareillage de la phase 0 devrait donner accès à un programme conséquent de physique diffractive et d'étude du poméron, sujets sur lesquels l'expertise des physiciens du SPP engagés dans ce projet est reconnue mondialement. Il permet aussi des mesures de physique électrofaible et offre notamment une occasion unique de sonder à haute statistique, les couplages quartiques de jauge $\gamma\gamma WW$. Des simulations complètes des détecteurs sont en cours de finalisation pour confirmer les résultats obtenus par les simulations rapides et obtenir l'approbation finale de la collaboration Atlas.

Pour réaliser tout ce potentiel de physique, le projet AFP comprend un détecteur TOF (time of flight) qui doit atteindre une résolution d'environ 10 ps. Cela doit permettre d'identifier le vertex d'interaction et de réduire les coïncidences fortuites dues aux interactions multiples à haute luminosité. L'Irfu est engagé dans le développement d'une électronique ultra-rapide à haut flux pour le TOF, exploitant des brevets et de la micro-électronique récents. Sa réalisation représente un défi technologique valorisant pour l'institut que le CSTS soutient vivement.

En outre les physiciens du SPP demandent l'appui technique du SIS pour la conception de la structure mécanique et la méthode d'alignement du détecteur de position Si-3d, l'étude mécanique et thermique du détecteur complet, et la méthode d'alignement du détecteur complet. Cette demande évaluée à 7h.mois paraît raisonnable au CSTS et entre dans le domaine de compétence du SIS.

En résumé :

Le CSTS salue le travail accompli par les personnels du SPP et Sédi pour ce projet en cours d'approbation par la collaboration Atlas. Il souligne l'intérêt des sujets de physique que ce détecteur devrait permettre d'étudier et le rôle de leader, des physiciens du SPP.

Il soutient la poursuite de la R&D sur l'électronique ultra-rapide dont il souligne le caractère novateur et valorisant pour l'institut. Il appuie également la demande faite au SIS pour l'étude de l'intégration des détecteurs.

Néanmoins pour une approbation définitive, le projet devra être examiné de nouveau par le CSTS après la validation par la simulation complète et l'approbation par Atlas.

5. CMS

La collaboration CMS doit également modifier et remplacer certains de ses sous-systèmes pour la phase 0 du LHC. Le coût total est estimé à 65 MCHF dont environ 700 kCHF devrait être supporté par l'Irfu.

Le groupe de l'Irfu est actuellement engagé dans trois sujets de physique de première importance et a en outre la responsabilité du système de monitoring de la transparence des cristaux du calorimètre et du processeur de lecture sélective. Ces tâches techniques et d'analyses physiques représentent une charge trop lourde pour permettre un engagement dans l'un des projets d'upgrade de la phase 0 et le groupe n'a fait aucune demande pour participer à cette upgrade.

En résumé :

Le CSTS reconnaît la charge et les responsabilités du groupe CMS du SPP qui l'ont empêché de s'engager dans les projets d'upgrade de la phase 0. Néanmoins il encourage les physiciens du groupe à une réflexion pour participer à l'upgrade de la phase 2.

Président :
Ch. Yèche

Secrétaire :
B. Tuchming