



SHiP: Search for Hidden Particles

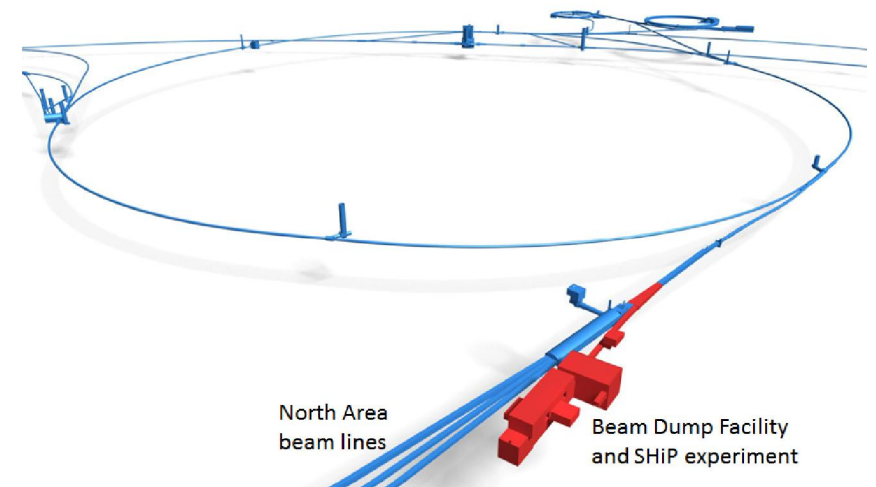
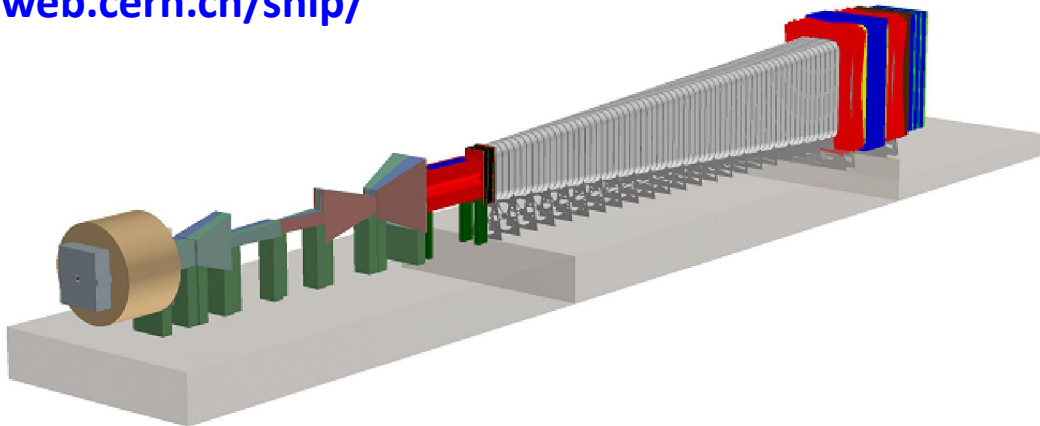


Objectifs scientifiques du projet

SHiP fait partie des projets en cours de maturation dans le cadre de la physique au delà des collisionneurs (“beyond colliders”).

Il s’agit d’une nouvelle expérience de physique « ouverte » (« general purpose ») qui utilisera une extraction du faisceau du SPS envoyée sur une cible fixe (**Beam Dump Facility**). Le but est la recherche de **nouvelles particules** prédites par des modèles récents de la physique du **secteur caché**, qui pourraient expliquer à la fois **la matière noire**, **l’oscillation des neutrinos** et **l’origine de l’asymétrie** matière/anti-matière. L’expérience serait dédiée à la recherche de particules qui **interagiraient très faiblement**, comme les HNL (Heavy Neutral Leptons) et des particules super-symétriques légères. Cet axe de physique est actuellement sous exploré dans le monde ce qui explique l’importance de ce projet. Le détecteur comprendra deux instruments complémentaires capables de chercher des particules « cachées » à la fois à travers leur désintégration ou à travers le phénomène de « scattering » par le recul d’électrons ou de noyaux. L’expérience sera aussi très bien adaptée à l’étude des neutrinos tau.

<https://ship.web.cern.ch/ship/>



Où est-il réalisé et avec quel planning ?

- Projet qui sera réalisé au CERN sur le site de Préveessin.
- Décision d'acceptation/rejet du projet en 2020 (ESPP)
- Début de prise de données en 2027
- Prototypage jusqu'en 2022

Accelerator schedule	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
LHC		Run 2			LS2			Run 3		LS3			Run 4	
SPS											SPS stop	NA stop		
SHiP / BDF	Comprehensive design & 1st prototyping				Design and prototyping		Production / Construction / Installation							
Milestones	TP				CDS	ESPP			TDR	PRR				CwB

Quelles collaborations avec d'autres labos / autres pays ?

- SHiP est aujourd'hui une collaboration de 54 instituts provenant de 18 pays différents, plus le CERN et JINR.
- Liste des pays:

Bulgaria, CERN, Chile, Denmark, JINR, France, Germany, Italy, Japan, Korea, The Netherlands, Portugal, Russia, Serbia, Sweden, Switzerland, Turkey, United Kingdom, Ukraine, United States of America

L'expérience SHiP

LDM (Light Dark Matter)
scattering + neutrino physics

SBT (Surround background
tagger)

Muon identification (upstream)

Straw Tracker
Timing Detector
Ecal
Muon detector

Emulsion Target Tracker

Proton Target
Hadron stopper

~120m

~12m

Decay volume

~ 50 m

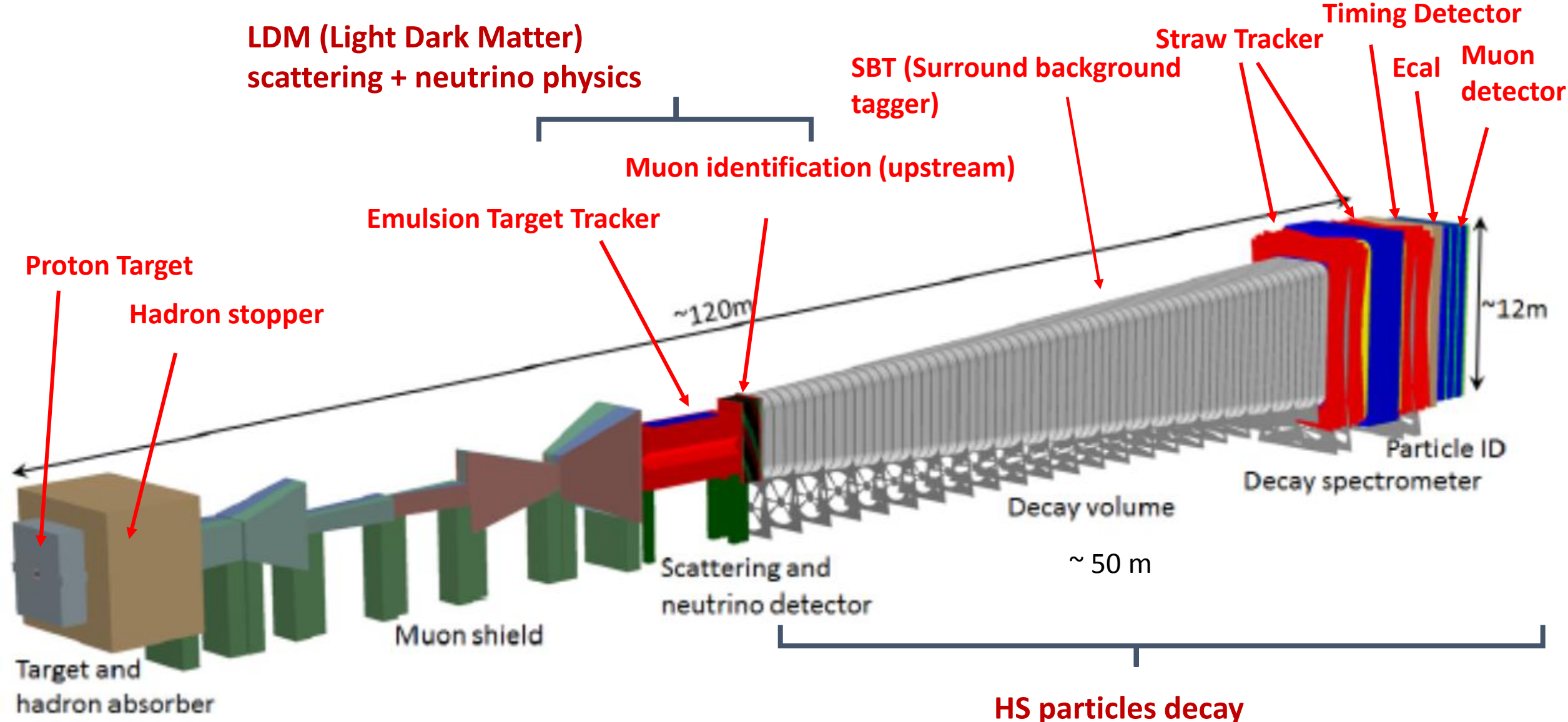
Scattering and
neutrino detector

Particle ID
Decay spectrometer

Muon shield

Target and
hadron absorber

HS particles decay



Objectifs techniques de la part prise par le SERDI ?

- Qui sont les responsables et l'équipe projet LAL / SERDI ?

Patrick Robbe (physicien),

Jihane Maalmi, Dominique Breton (coordinateurs électronique du projet)

Participation aussi à travers l'intérêt porté pour SAMPIC (baseline pour la numérisation du signal de deux ou trois sous-détecteurs)

Coordination technique

- 1^{ère} étape: Questionnaire envoyé aux sous-détecteurs.
- Organisation de deux workshops et présentation de la synthèse dans les réunions de collaboration au CERN.
- Autres discussions avec les coordinateurs du projet au CERN.
- On travaille en étroite collaboration avec Michael Jonker qui est le responsable du DAQ/Online.

Very Front End electronics
Type of Measurement
Time window (ns)
resolution ns
Payload per Hit (Bytes/hit) : <i>(using the common data structure)</i>
Hits/particle
Particles per spill
Noise Counting rate /Ch ?
Local conditions for channel triggering
Double Hit resolution
Maximum Latency between particle and signal transmission
FE electronics localisation
Calibration procedure?
Level of data concentrating
Type of configuration data on-detector
Amount of configuration data
Communication links
Current readout solution
Channels hits per spill
Data per spill [Mbyte]

Coordination technique (2)

- Nous sommes engagés pour l'instant jusqu'à la date d'acceptation du projet : 2020.
- Travail de coordination de l'électronique:
 - Contact avec les responsables de tous les sous-détecteurs: parfois il y a plusieurs options par sous-détecteur.
 - Comprendre les besoins de chacun pour le projet final et l'électronique utilisée pour les tests en faisceau et les prototypes.
 - Proposer une architecture générale du système et une électronique commune pour la cohérence du projet, et décrire une technologie préliminaire dans le CDS (Comprehensive Design Study) du projet fin 2019

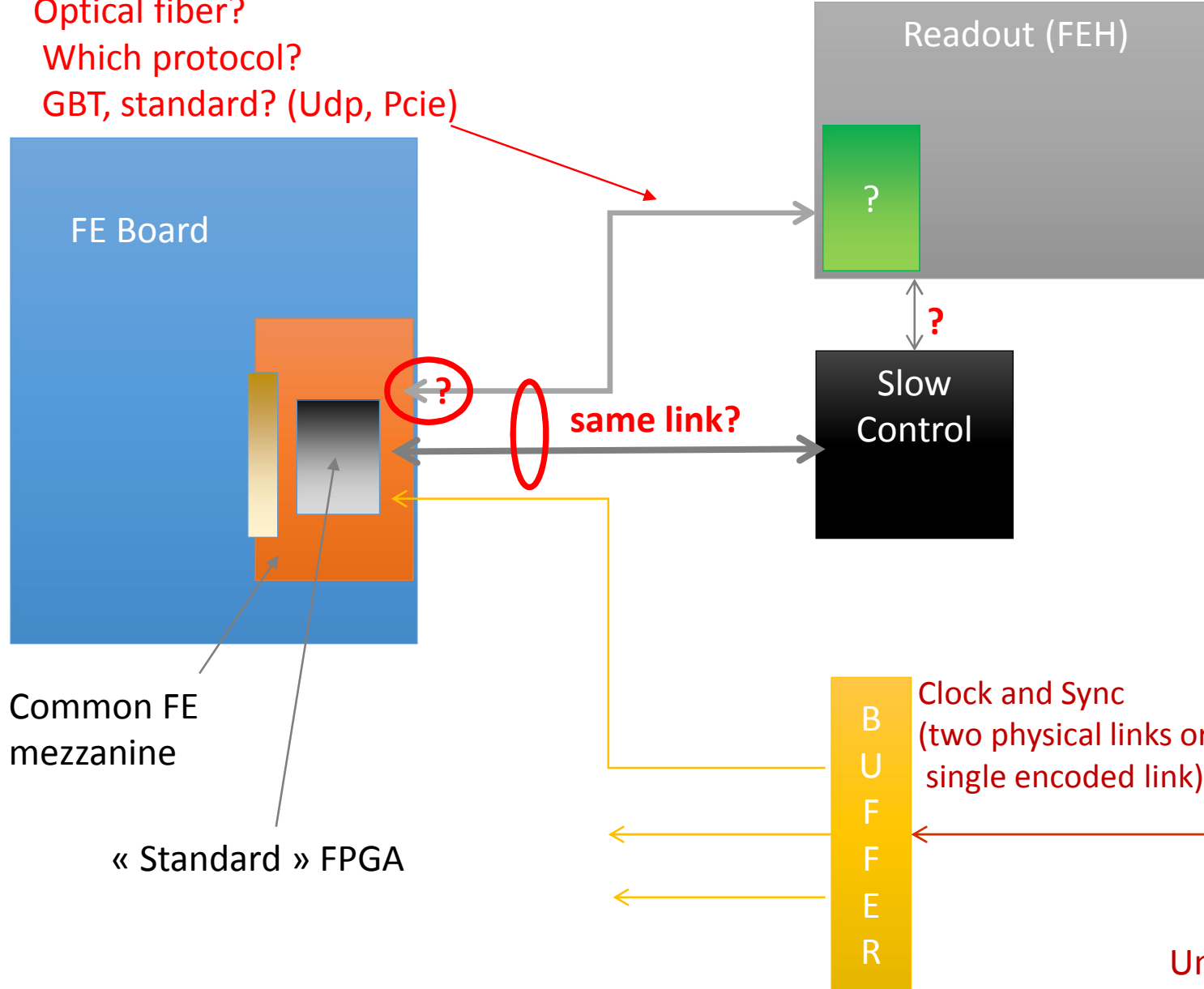
Exemples de questions soulevées

- Define Interfaces between FE and:
 - **DAQ (FEH)**: multiple sources unique destination (FEH)
 - **TFC (Time and Fast Control)**: unique source multiple destination (FE & VFE)
 - **Slow Control** : bidirectional link, can be shared with the DAQ link

➔ Towards a common solution: common mezzanine
- DAQ specifications:
 - **Unified frames structures**
 - **Time ordering of the hits:**
 - Problem when going through concentrator
 - Maximum latency must be guaranteed
 - Can it be done in firmware?
 - **Common firmware/concentrator**

Idée proposée : mezzanine commune

- Optical fiber?
- Which protocol?
- GBT, standard? (Udp, Pcie)



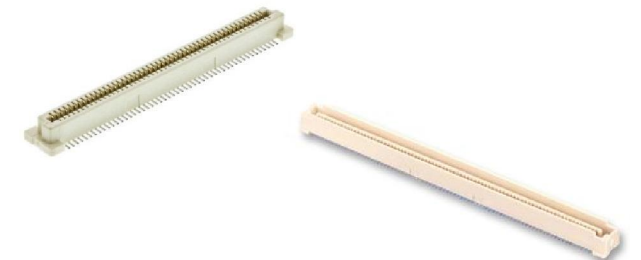
Interface between **FE Board/Concentrator** and **Mezzanine** to be defined:

- 2 Connectors for better mechanic handling. Example:

Amphenol FCI BergStak Series 0.8mm Pitch

- Signals:
 - Parallel DAQ (tx/rx) data bus (define number of bits)
 - Slow control dedicated signals
 - JTAG signals + JTAG address lines
 - SPI? I2C?
 - Clock
 - Fast command signal

→ This solution gives **flexibility** on the technology used on the TFC/DAQ side



Amphenol FCI BergStak Series 0.8mm Pitch

Difficultés /Challenges

- Flot de données continu (pas d'horloge liée à la structure du faisceau)
- Système sans « trigger »
- Détecteur immense => optimiser la distribution et la collecte des signaux et le câblage
- Les données sont « taggées » par le temps:
 - problème de tri des données dans la chaîne de DAQ
 - problème lors du passage dans les concentrateurs
 - comment gérer les saturations, les bursts...
- Beaucoup de sous-détecteurs avec des caractéristiques très variées
 - Pas simple de trouver des solutions communes au plus près du front-end
 - Le format des données doit tenir compte de la variété des besoins
- Budget limité => trouver la solution la mieux adaptée au projet.

Deux propositions de stage (Bac + 5): Firmware

Développement Firmware d'un algorithme de tri de données pour une expérience de physique des particules au CERN.

Description:

Dans le cadre de l'expérience SHiP de recherche de particules du secteur caché (Search for Hidden Particles) au CERN, le but de ce stage est de concevoir et d'implémenter en langage Verilog ou VHDL un algorithme de tri des données provenant des multiples sous-détecteurs de l'expérience.

Ce développement sera fait au sein du Service Electronique et R&D en Instrumentation (SERDI) du Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (CNRS/ LAL) en collaboration avec des équipes du CERN.

Le stagiaire devra dans un premier temps, se familiariser avec l'environnement de l'expérience, ainsi qu'avec le fonctionnement au niveau électronique des différents sous-détecteurs.

Une structure de données unifiée est déjà proposée dans le cadre de l'électronique commune, chaque trame contenant le « temps d'arrivée » du signal qu'elle englobe.

Le but est de pouvoir ordonner ces structures de données en fonction de ce « temps d'arrivée » ou en fonction d'une fenêtre de temps à définir, et ce à n'importe quel niveau de concentration des données.

L'algorithme de tri de données doit pouvoir être implémenté en Firmware (langage Verilog ou VHDL) et pourra être testé sur une carte électronique déjà existante.

De courts séjours au CERN pour des réunions et/ou présentations sont envisageables

Deux propositions de stage (Bac + 5): Simulation système

Simulation d'un système complet d'acquisition de données pour une expérience de Physique des particules au CERN

Description:

Dans le cadre de l'expérience SHiP de recherche de particules du secteur caché (Search for Hidden Particles) au CERN, le but de ce stage est de réaliser à l'aide d'outils informatiques une simulation de l'ensemble du système d'acquisition de données provenant des multiples détecteurs de l'expérience afin d'en optimiser l'architecture.

Ce développement sera fait au sein du Service Electronique et R&D en Instrumentation (SERDI) du Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (CNRS/ LAL) en collaboration avec des équipes du CERN.

Le stagiaire devra dans un premier temps, se familiariser avec l'environnement de l'expérience, l'architecture globale du système d'acquisition de données ainsi qu'avec le fonctionnement au niveau électronique des sous-détecteurs de l'expérience. Le but sera ensuite d'étudier l'ensemble des paramètres, (taille des différents blocs de mémoire, nombre de liens, débit des liens, ...) et de les optimiser afin de répondre au mieux au besoin d'acquisition de données du système « en flux continu » de l'expérience SHiP.

De courts séjours au CERN pour des réunions et/ou présentations sont envisageables