

Développement xTCA aux LPC / CPPM

Systeme d'acquisition d'une TEP pour le contrôle de dose en temps réel pour l'Hadronthérapie Projet ENVISION

O. Bouhadida et D. Lambert

Laboratoire de Physique Corpusculaire de Clermont-Ferrand – LPC

Application et Valorisation des Interactions Rayonnement-Matiere – AVIRM



Sommaire

- L'hadronthérapie et le contrôle de dose en temps réel
- La Tomographie par Emission de Positrons en ligne
- La chaîne d'acquisition
- Cartes Front-End pour le DPGA et Le MCP-PMT
- Acquisition basée sur le standard μ TCA – Carte AMC et MCH
- Implémentation des algorithmes d'extraction de Temps et d'Énergie

L'Hadronthérapie et le contrôle de dose en temps réel

- Traitement des tumeurs radio-résistantes et/ou à proximité d'organes à risques par faisceau d'ions (proton et ^{12}C essentiellement)
- + Grande précision balistique
- + Grande efficacité biologique
- - Risque d'erreurs significatives sur la dose délivrée:

Erreurs de positionnement

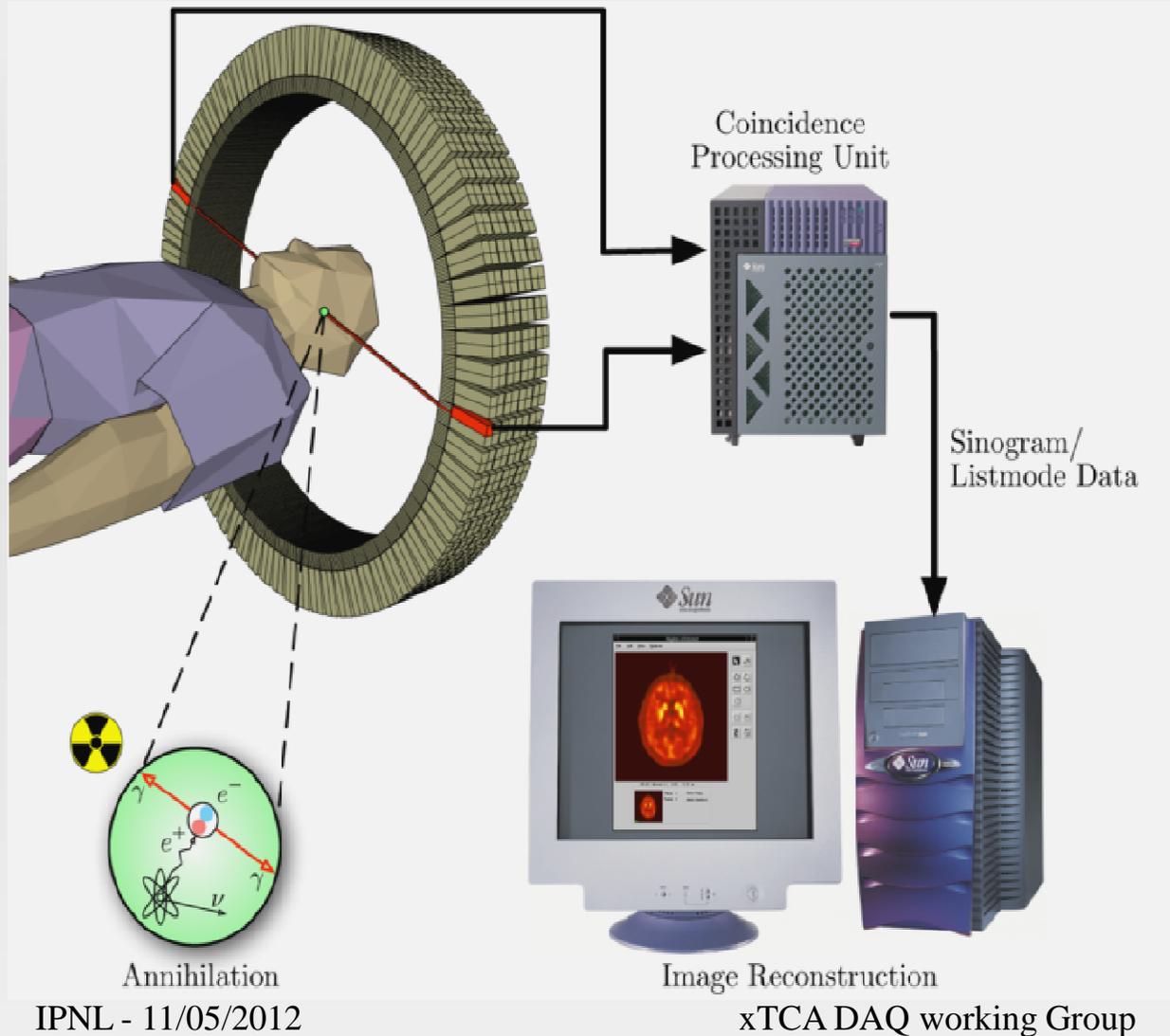
Modifications anatomiques induites par le traitement

Erreurs de calibration stoechiométrique

=> Nécessité du contrôle:

- Mesurer en temps réel la dose et comparer avec la dose prescrite

Tomographie par Emission de Positrons en ligne



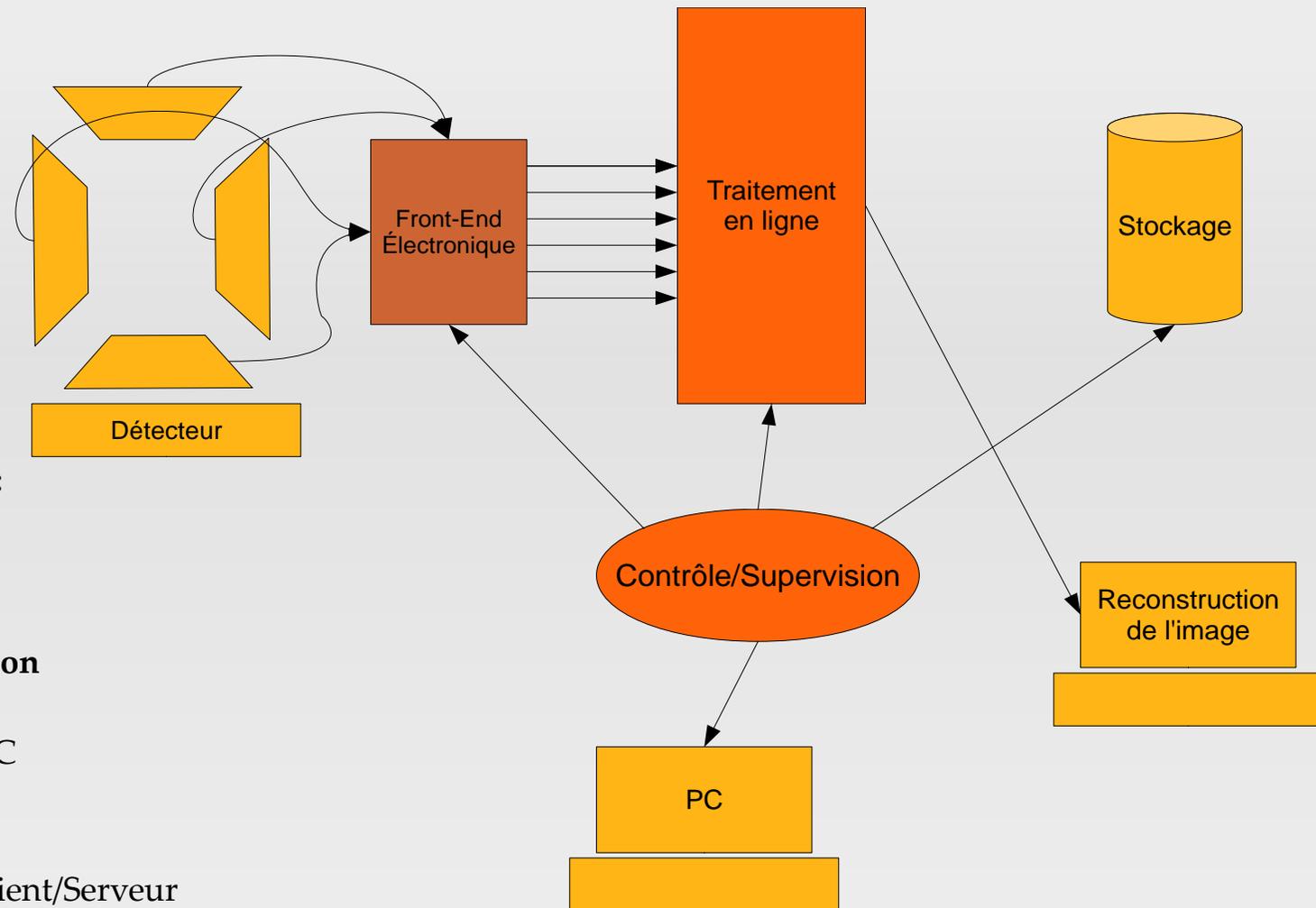
TEP en ligne:

- Scintillateur
- Photodétecteur

- **Electronique Front-End**
- **Acquisition**
 - Position
 - Énergie
 - Temps
 - Selection des événements (511KeV, coïncidence)
 - ...
- **Reconstruction**

DAQ : vue d'ensemble

- ✓ **Détecteur:**
Démonstrateur DPGA
et/ou MCP-PMT
- ✓ **Electronique Front-End:**
Carte PlanaDAQ
Carte ASM-24
- ✓ **Electronique d'acquisition**
Chassis MicroTCA
Carte MCH et Cartes AMC
- ✓ **Contrôle/Supervision**
Application graphique Client/Serveur



Démonstrateur

- Deux détecteurs en cours d'évaluation :
 - DPGA: Détecteur Pixelisé Grande Acceptance



Source ^{22}Na + deux blocs de
(PMT + Cristal (LaBr_3)) ou blocs HR+

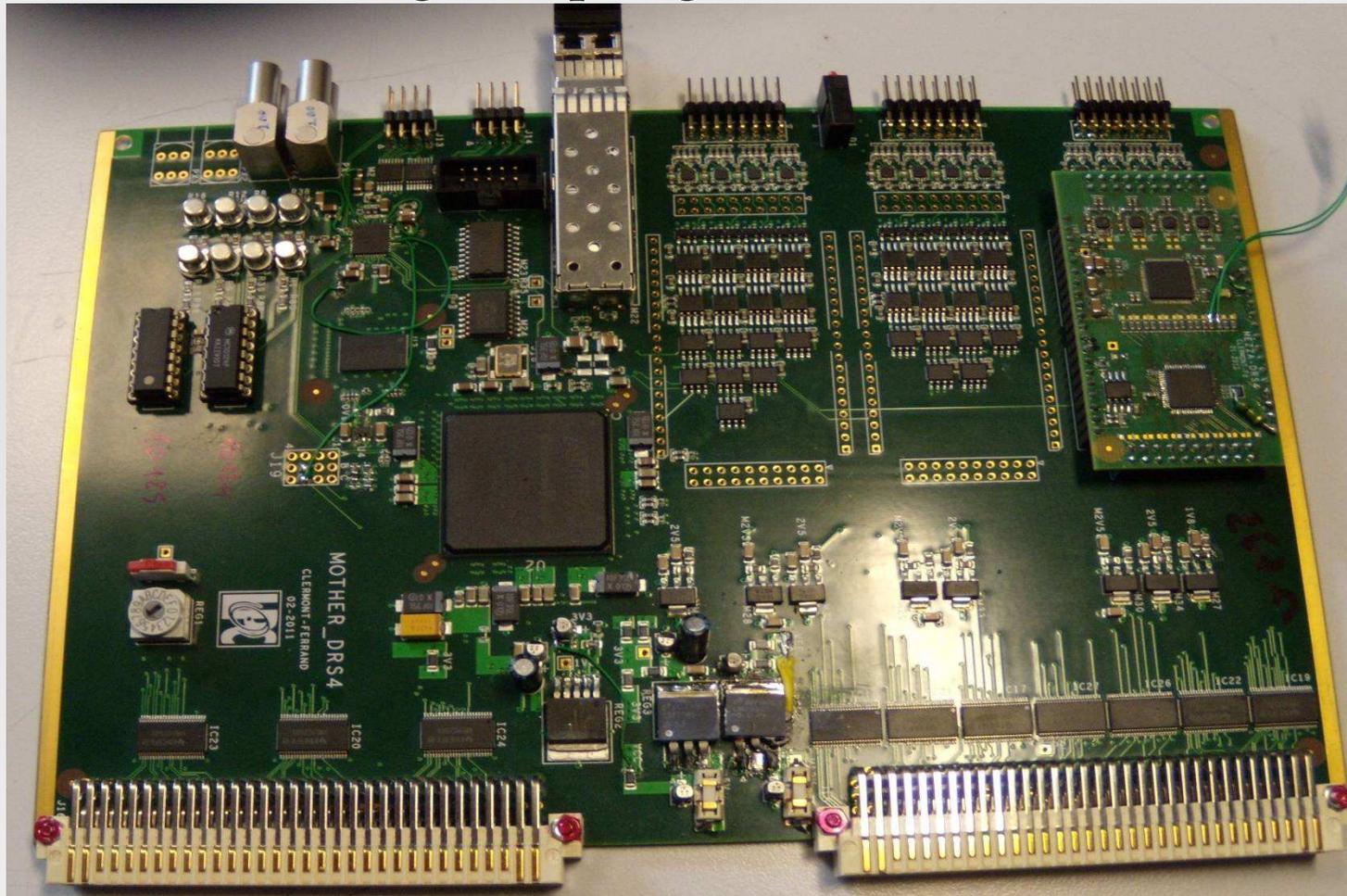
- Planacon – MCP-PMT
(Micro Channel Plate PMT)



Planacon 8 voies x 8 voies

Carte Front-End ASM-24

ASM-24 : Analog Sampling Module 24 channels

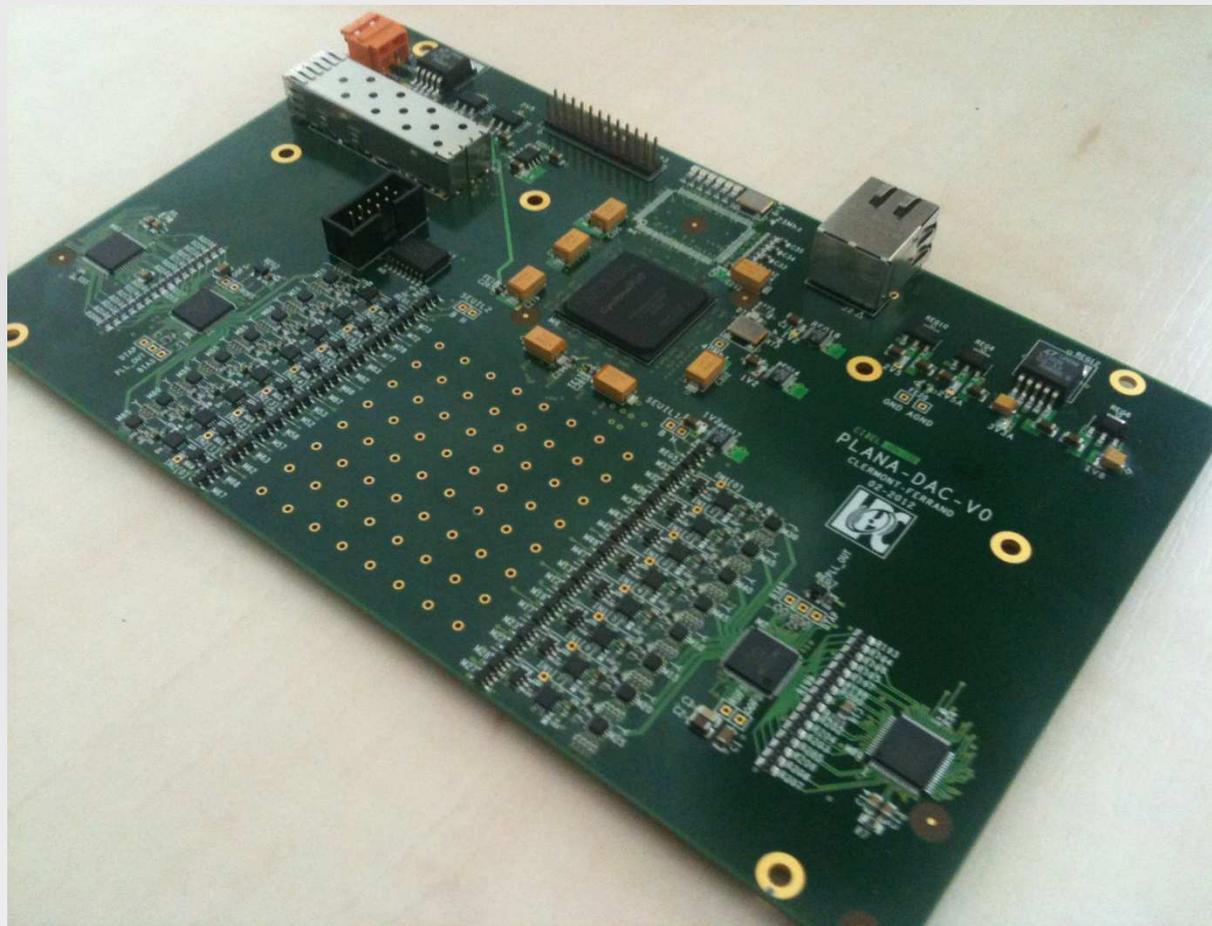


- 3 x Mezzanines (DRS4 + ADC) => 3 x 8 voies
- Carte mère (FPGA Cyclone 4 + Interface VME + transeiver Optique SFP

⇒ Fabrication de 8 cartes en cours
⇒ 24 voies par carte
⇒ 192 voies au total
⇒ envoie vers la μ TCA par voie optique.

Carte Front-End PlanaDAQ

Planacon, Micro Channel Plate - Photo Multiplier Tube



Carte Front-End dédiée pour le Planacon 8x8 voies :

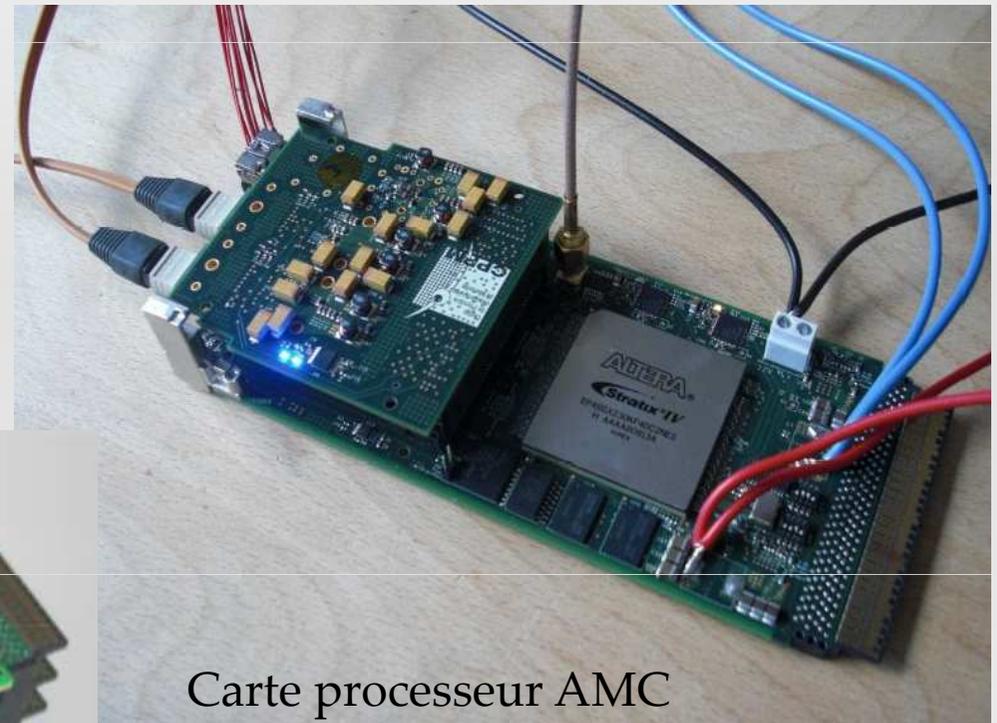
- 2x DRS4
- ADC
- FPGA Cyclone 4
- Interface Optique SFP
- Interface Ethernet
- ...

MicroTCA - Micro Telecommunications Computing Architecture

- Prise en charge la distribution d'horloge, supervision du système, alimentation séquencée des cartes..
- Gestion globale à distance, Détecte toutes les erreurs possibles sur les cartes enfichables, L'alimentation et la ventilation
- Déclenche/engage des actions/prend des mesures de la part du Shelf Manager et les transmet à un ordinateur distant.

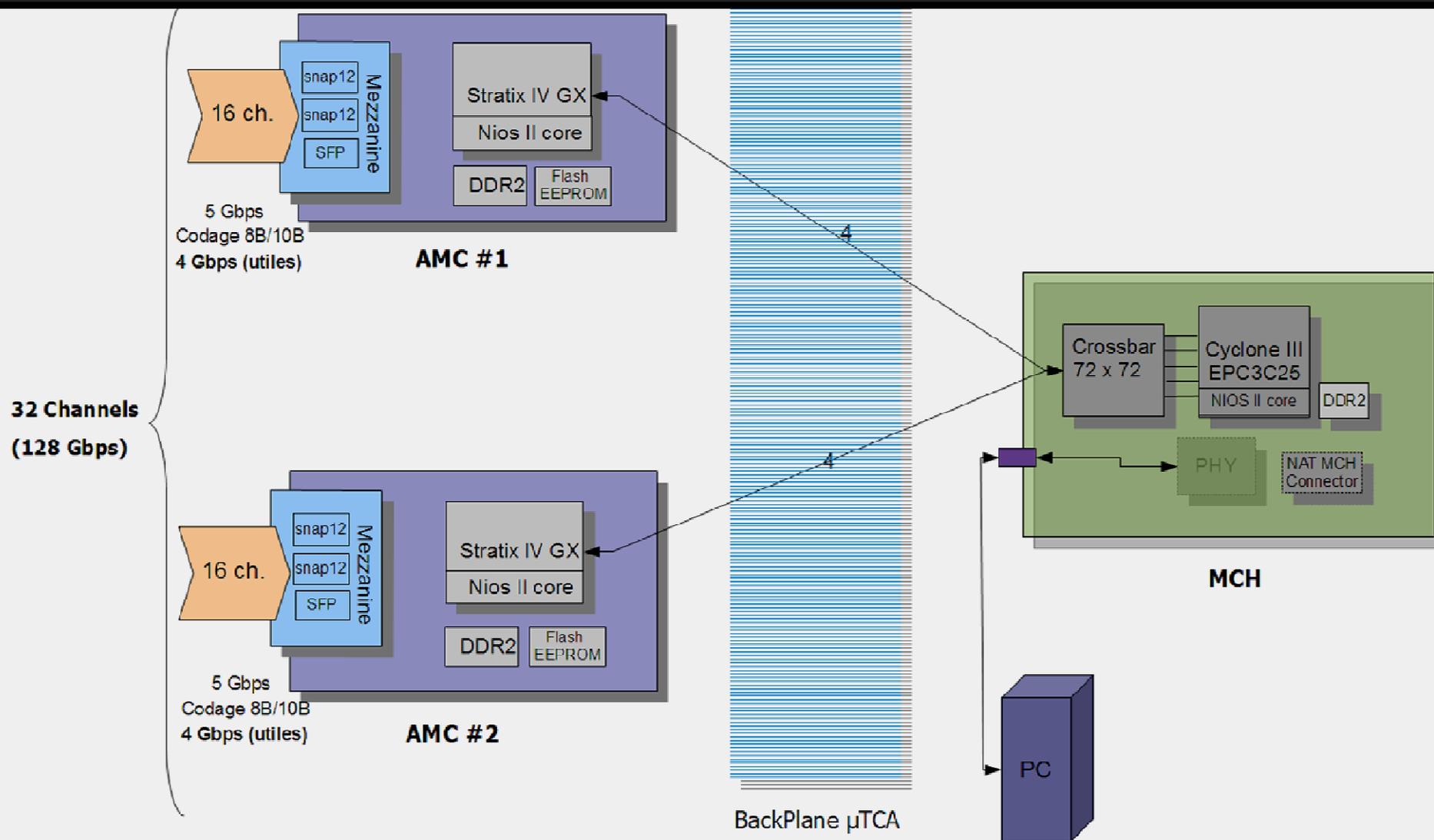


Carte de contrôle/commutation MCH



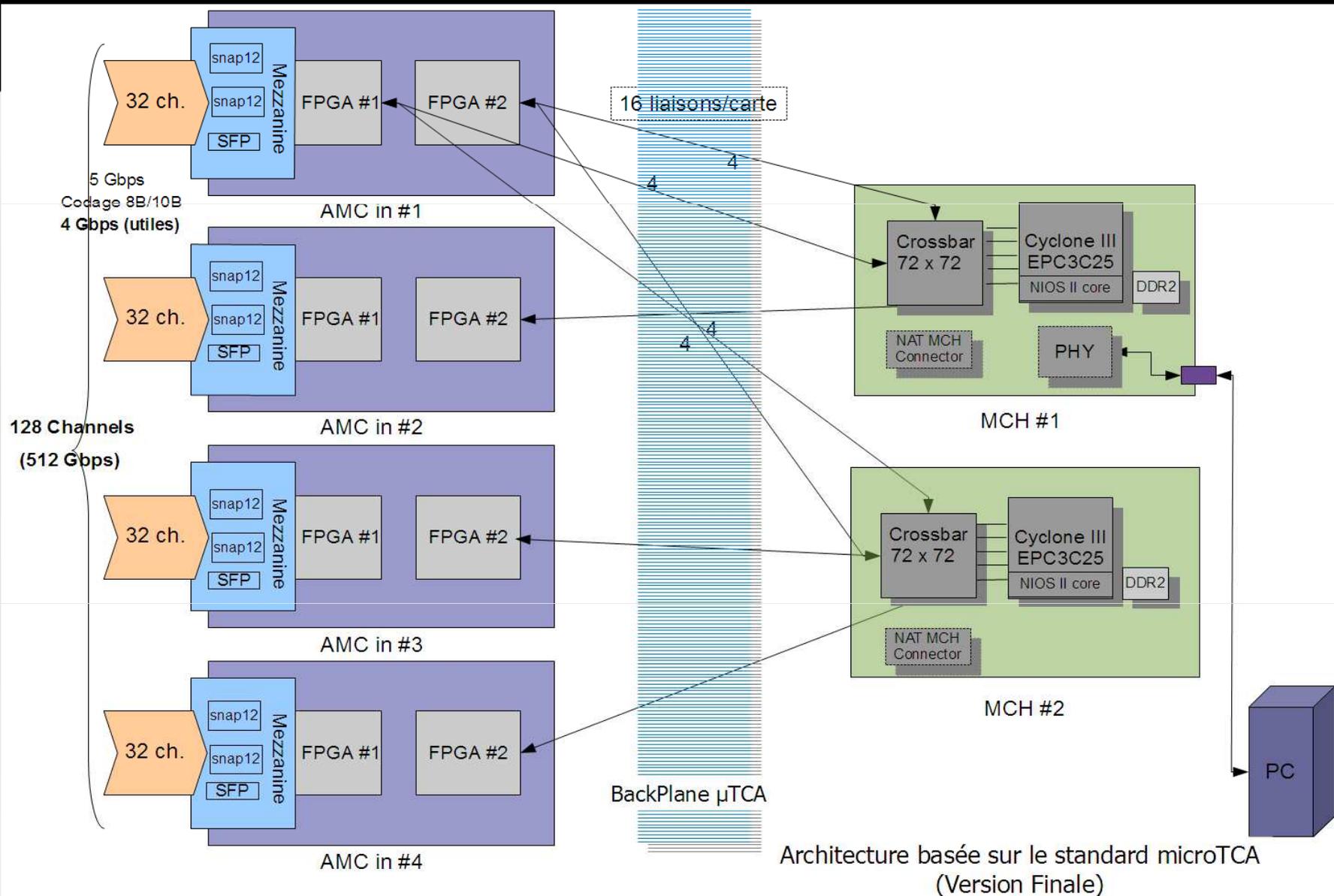
Carte processeur AMC

Architecture de l'acquisition μ TCA

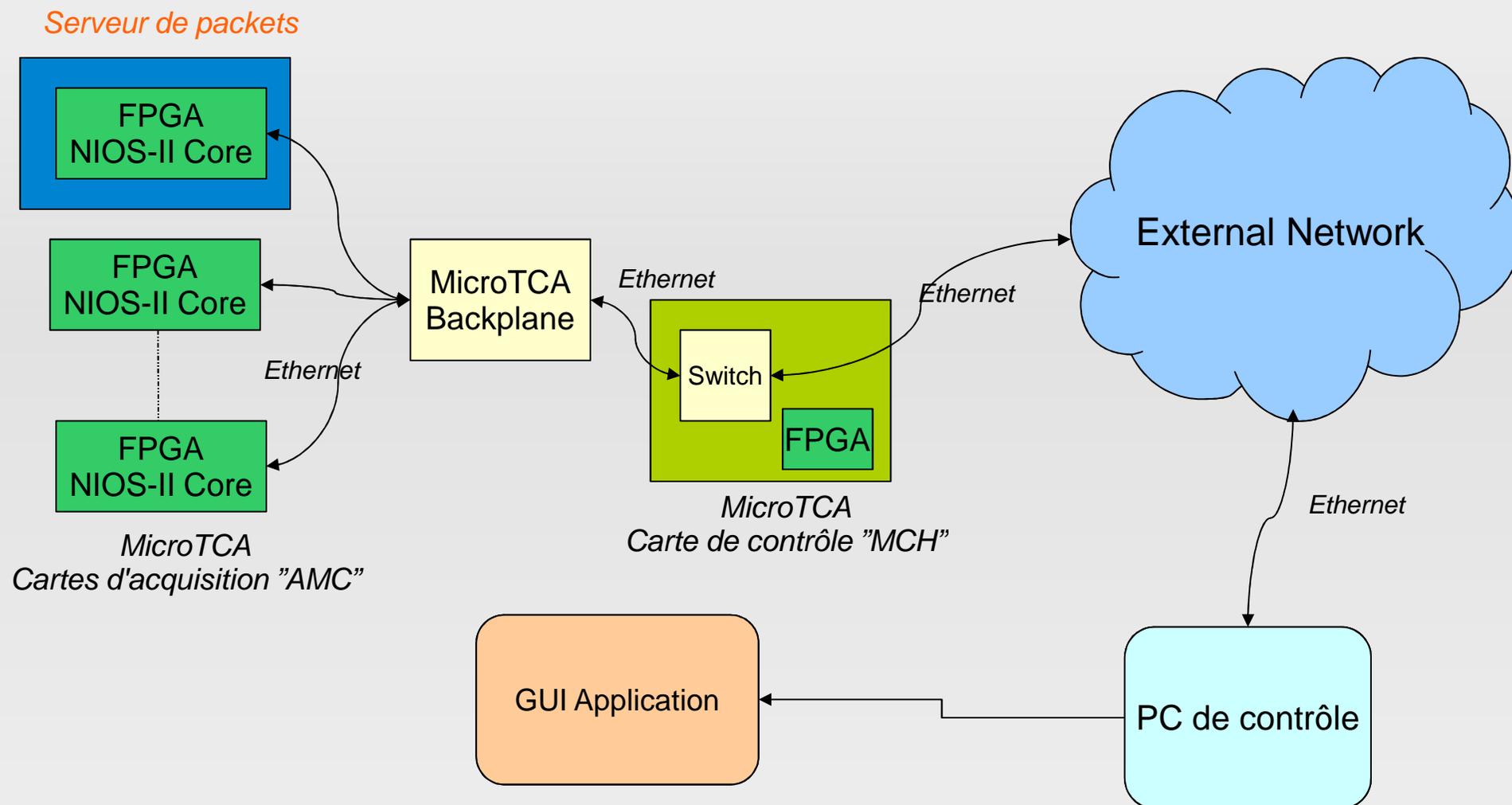


Architecture basée sur le standard microTCA
(Version Prototype)

Architecture de l'acquisition μ TCA

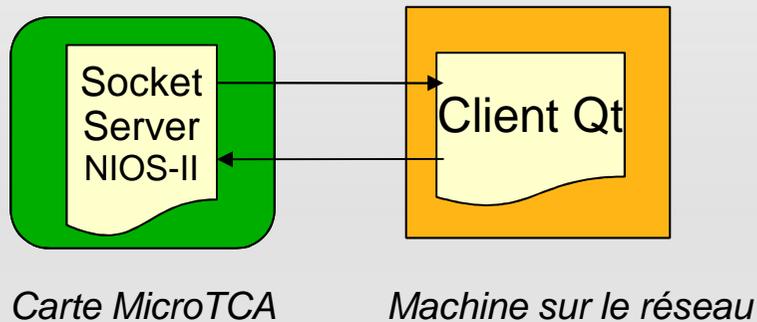


Architecture de la supervision par logiciel

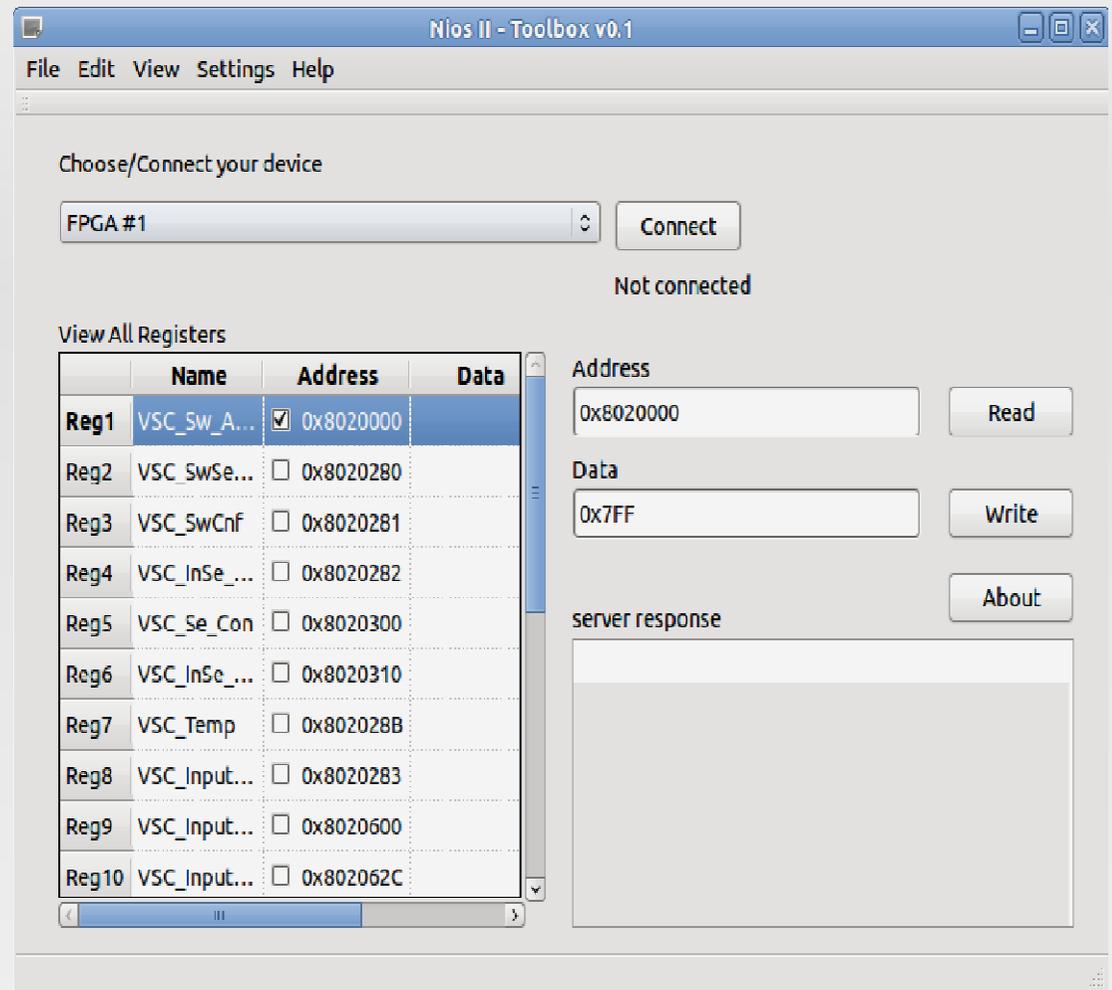


Supervision logicielle

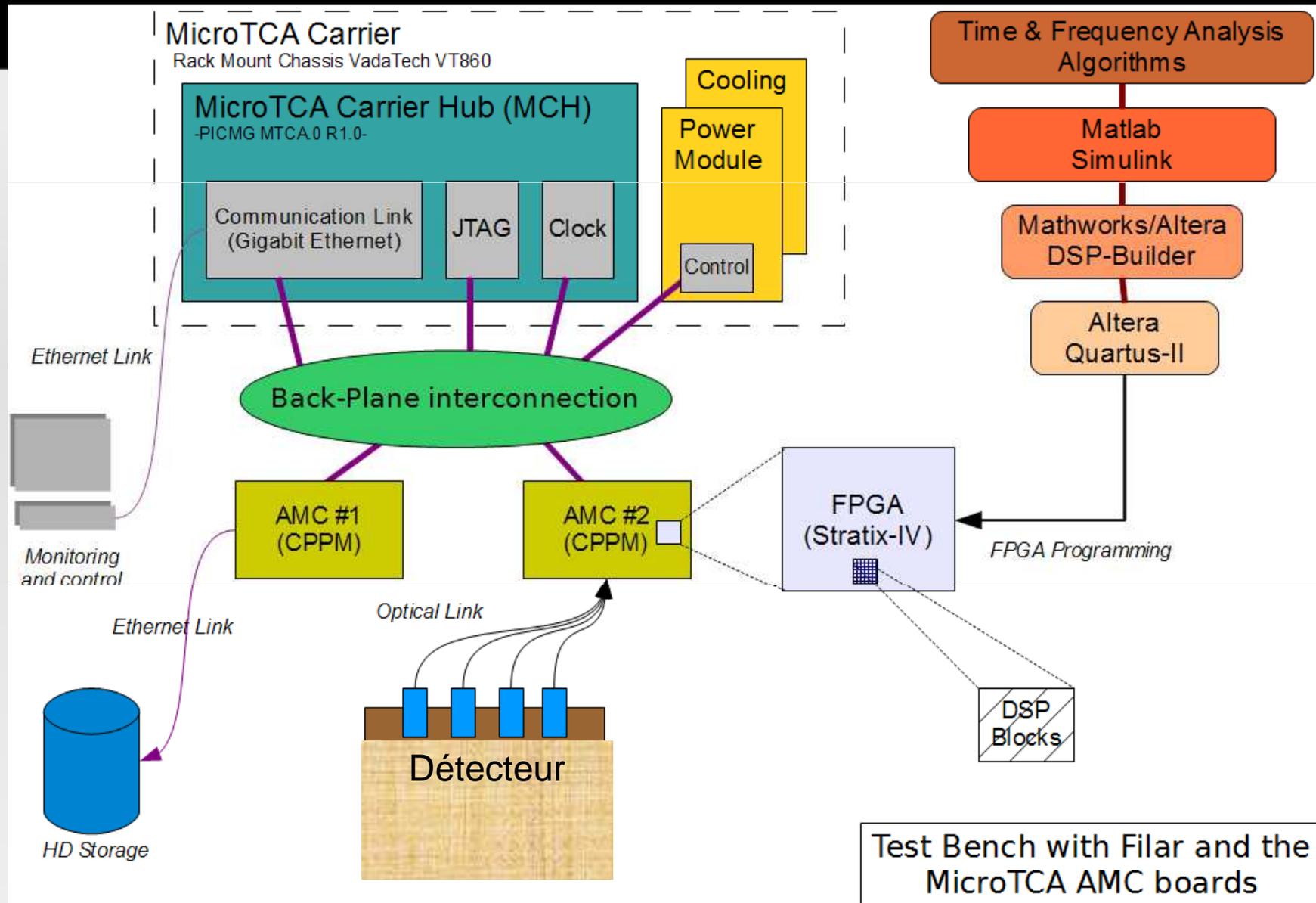
■ Graphical User Interface – Serveur sur NIOS-II Core



- Fonctions de lecture et d'écriture sur le coeur Nios-II
- Utilisation des fonctions appropriées au HAL de Altera (type MACRO)
- Appel des fonctions du Client distant et Exécution sur le Simple Socket Server

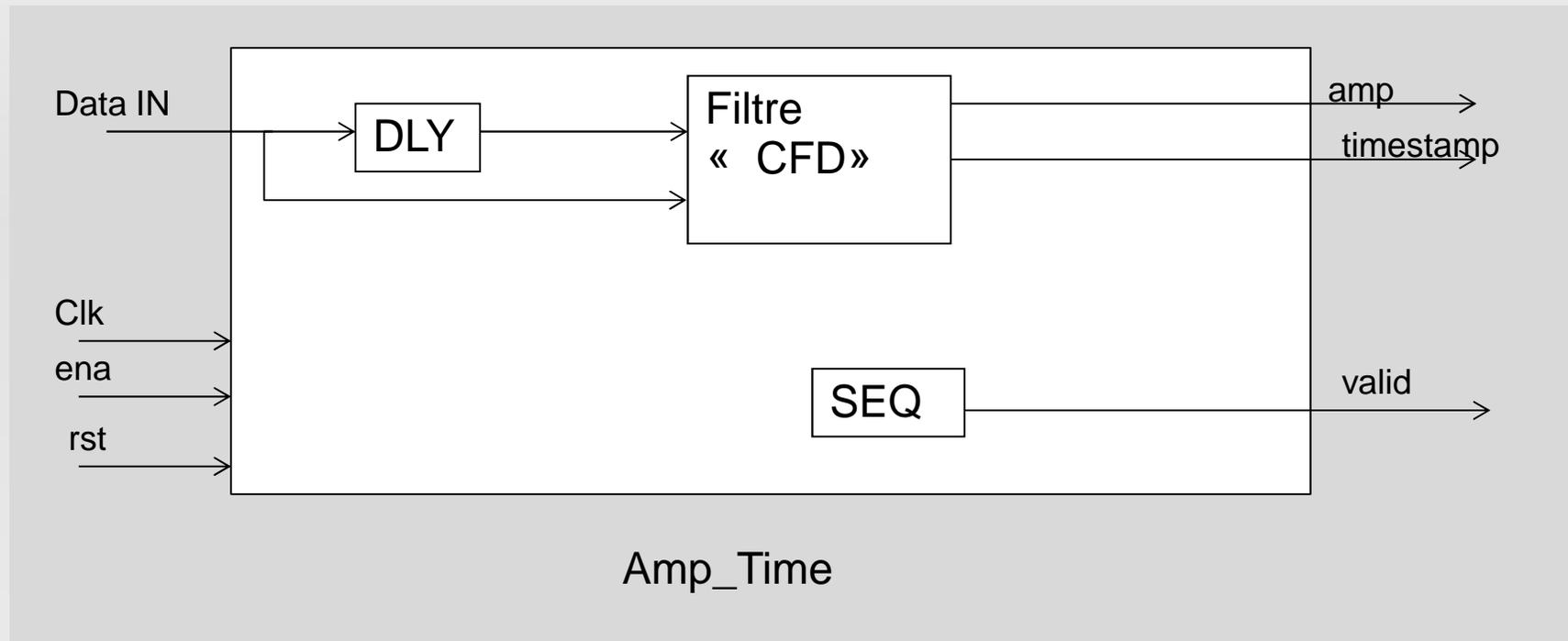


Implémentation des algorithmes d'extraction de temps/Energie sur FPGA



Premiers tests des algorithmes

Constant Fraction Discriminator



FPGA

⇒ Complexifier l'algorithme d'extraction temps/énergie

⇒ Réfléchir à une implémentation d'algorithme de recherche de coïncidences

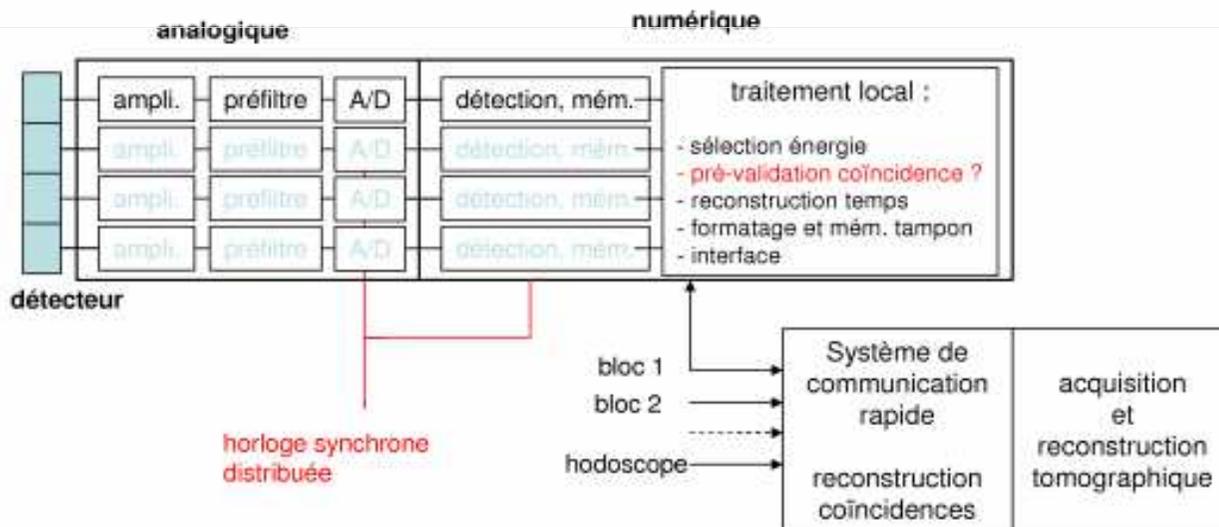
Merci de votre attention

Annexe 1 : Chaîne d'acquisition

↳ La TEP en ligne en hadronthérapie

↳ Concept de détecteur à temps de vol avec électronique de lecture numérique

Concept de chaîne de lecture numérique



Principe

- Amplification et préfiltrage,
- échantillonnage numérique,
- traitement numérique :
 - détection de signal,
 - mémorisation (n échantillons),
 - reconstruction énergie,
 - reconstruction temps,
 - sélection,
 - communication avec le système.

Avantages par rapport aux circuits analogiques

- chaîne générique,
- reconfigurable,
- souple,
- plus stable.