

Le système d'acquisition du trajectographe de CMS

L.Gross,D.Vintache (IPHC Strasbourg)

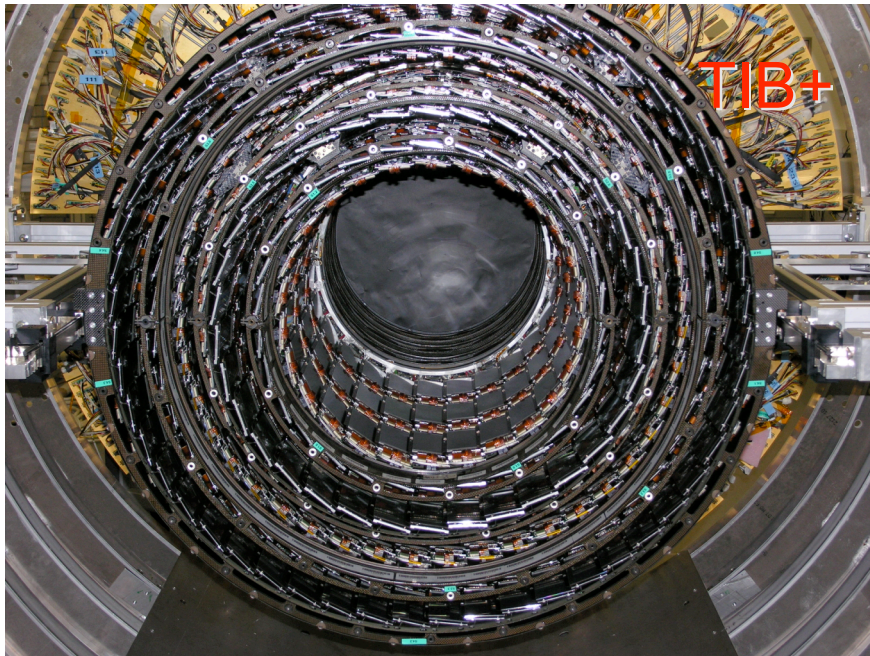
F.Drouhin (UHA Mulhouse)

M.Ageron,G.Baulieu, L.Mirabito(IPN Lyon)

R. Bainbridge, J.Fulcher (IC London)

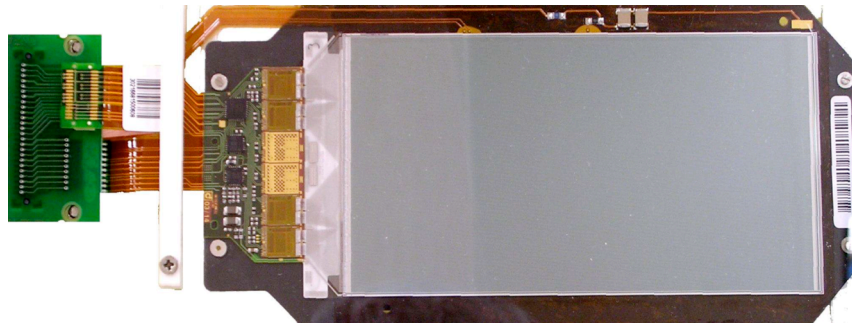
A. Giassi (Infn Pisa)

Le trajectographe



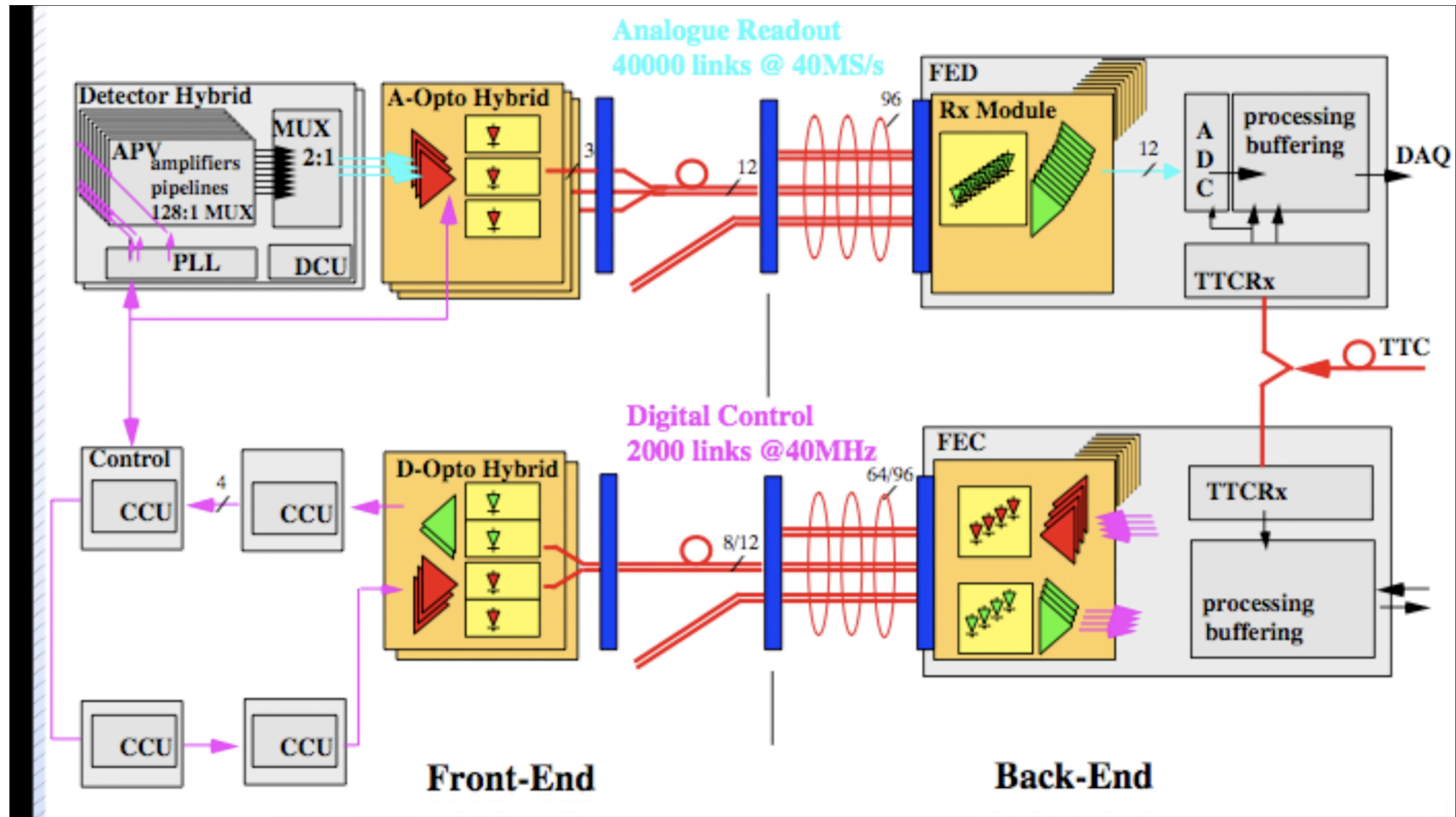
- ~ 17 000 modules de Silicium
 - 6 chips configurables par modules
 - 1 bus I2C par module
- > 10 Millions de canaux
 - Trigger L1 ~100 kHz
 - Suppression de 0 en ligne
 - Bande passante limitée à 160 Gbytes/s

Un module de Silicum



- 512-768 pistes connectées à 4 ou 6 chips APV25
 - CR-RC (50 ns)
- 1 chip PLL
 - Ligne à retard programmable
- 1 ADC multiplexé, le DCU
 - Lecture des tensions et température du module
 - Id unique par module

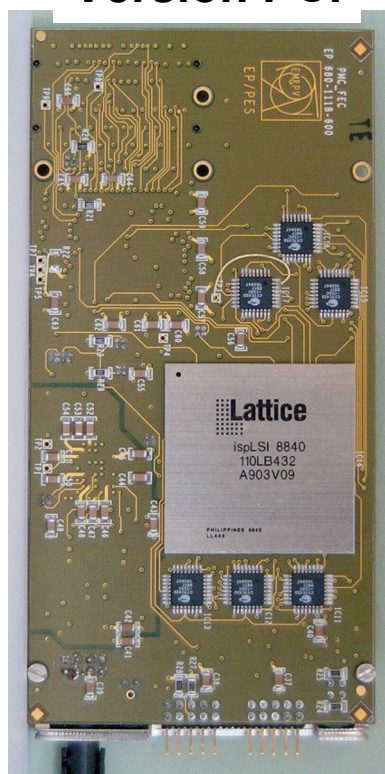
Le système de lecture



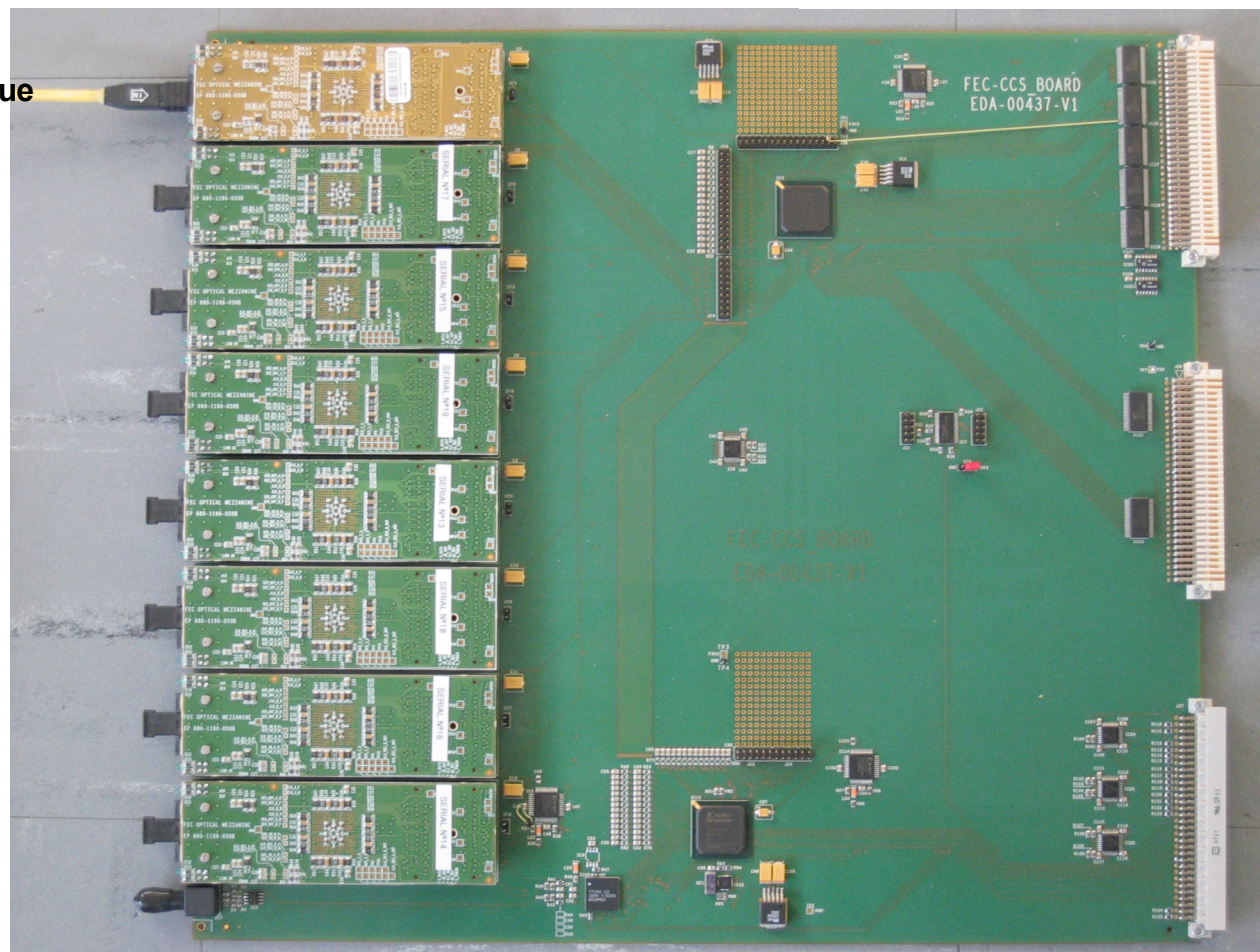
Le système de contrôle : FEC

Version VME (final)

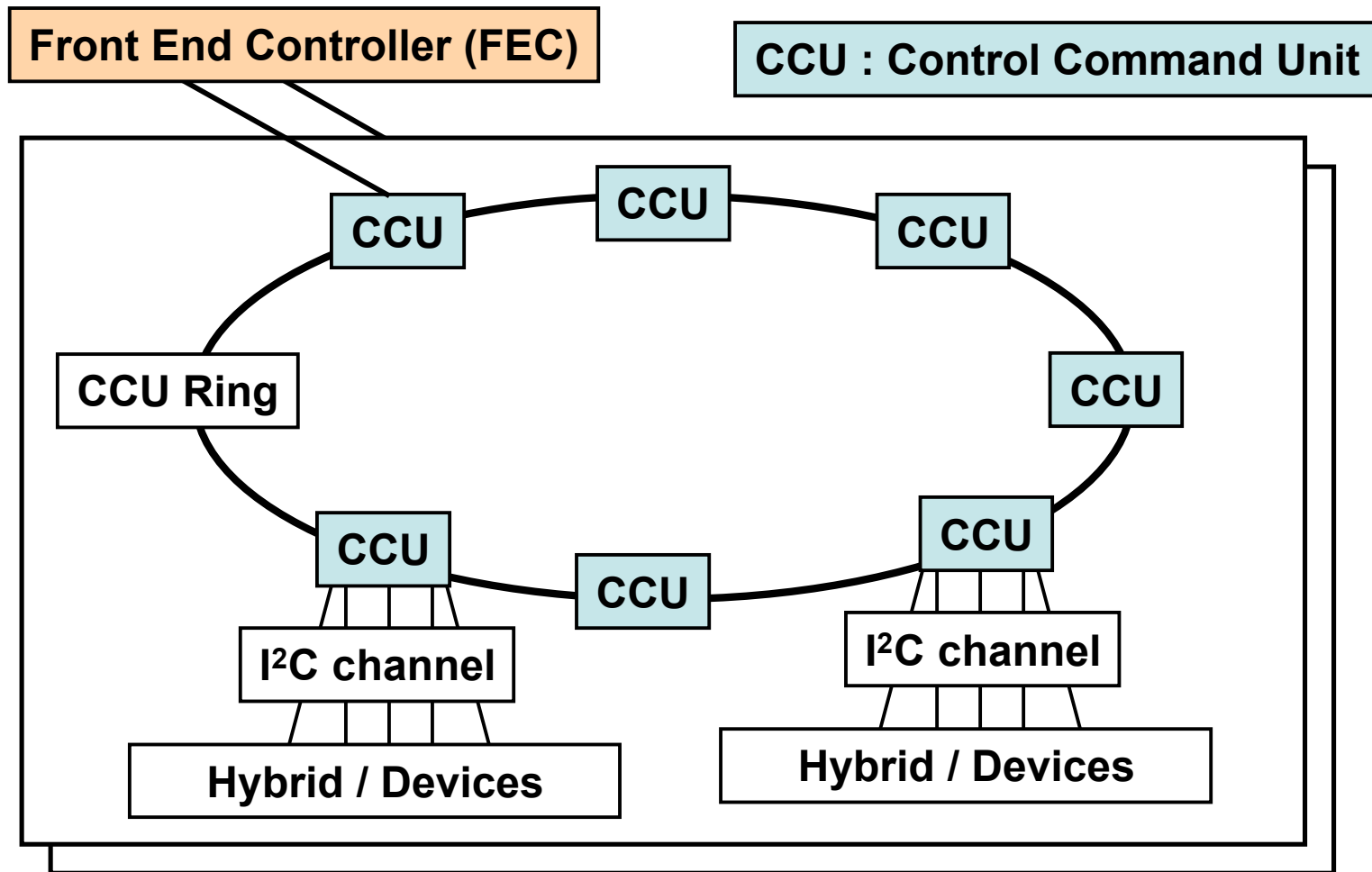
Version PCI



Optique



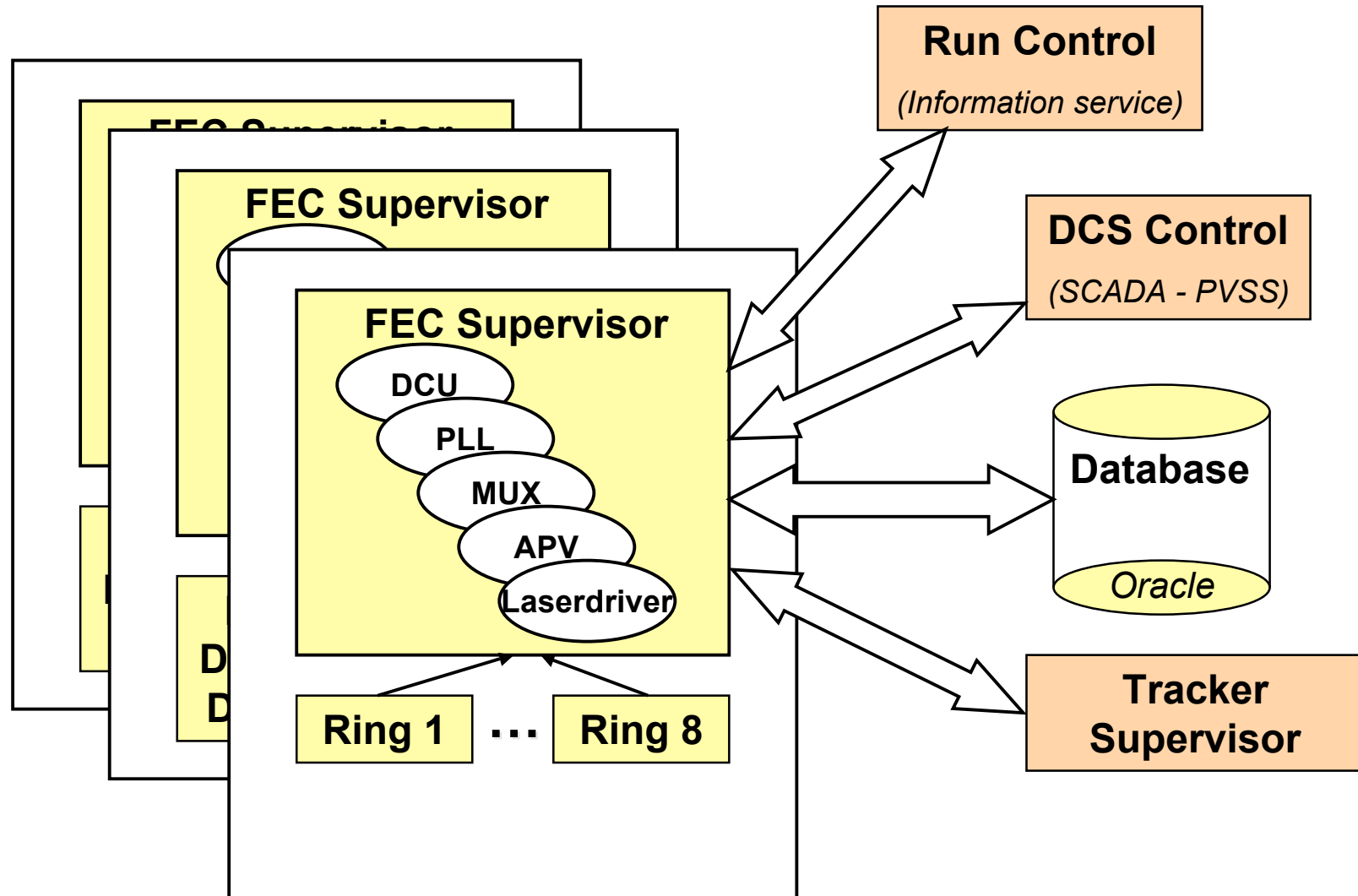
Le système de contrôle



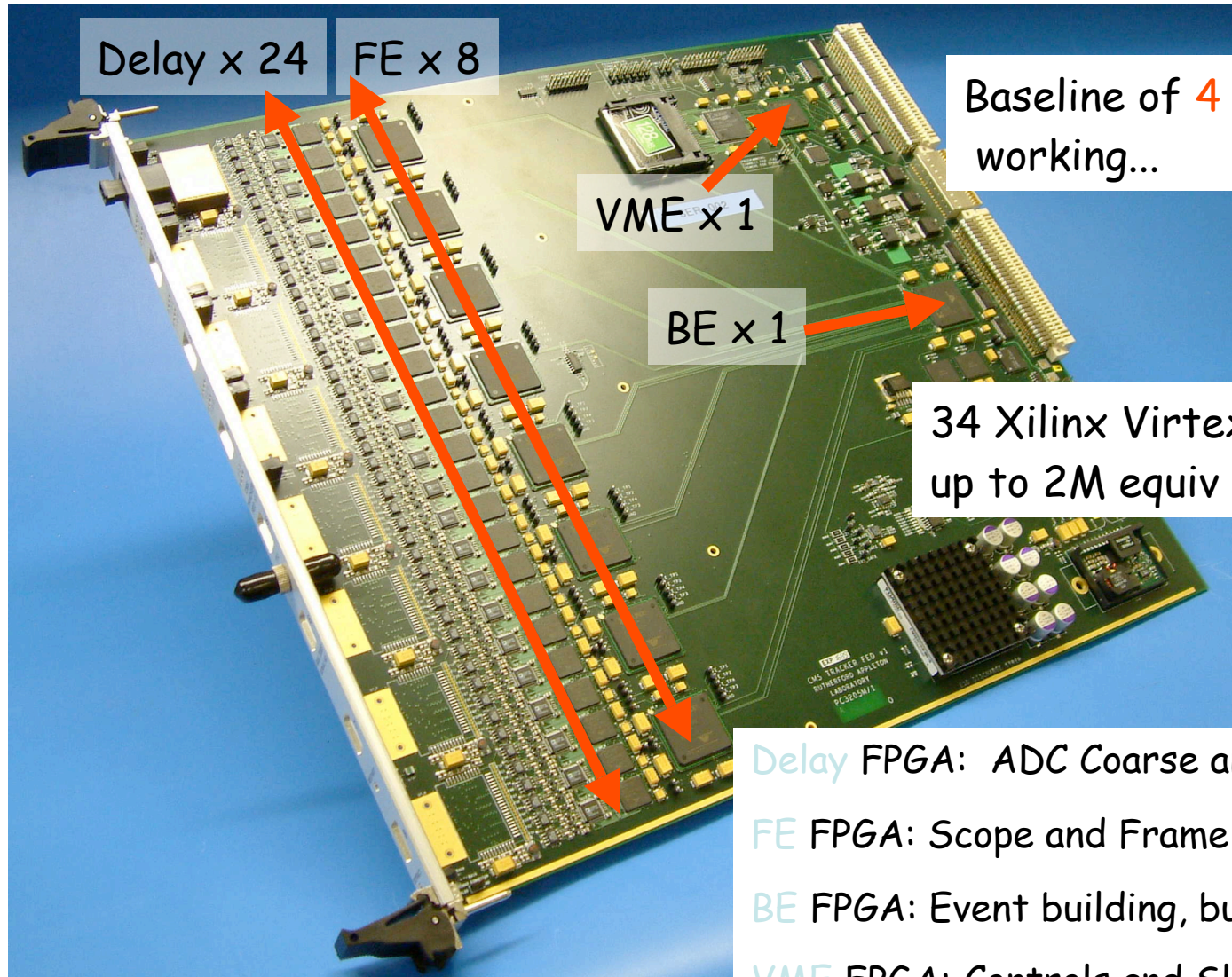
Front End Controller (FEC)

- Carte permettant l'accès aux puces électroniques et leur configuration
- Architecture basée sur un réseau token ring
- Système d'envoi de trame basé sur le protocole suivant:
 - SRC, DST, LENGTH, CHANNEL, TRANSACTION, COMMAND, [DATA]
- Configuration matérielle effectuée sur le Tracker en moins de 10 secondes:
 - Configuration: ~144700 puces soit ~4.000.000 registres
 - Lecture de la configuration: ~160700 puces soit ~8.000.000 registres
 - *A noter que certains registres sont à écrire puis à relire et que l'upload comprends la lecture des paramètres d'environnement (température, voltage, courant).*

Architecture Logicielle



La digitisation: Le FED



Baseline of 4 FPGA Final Designs working...

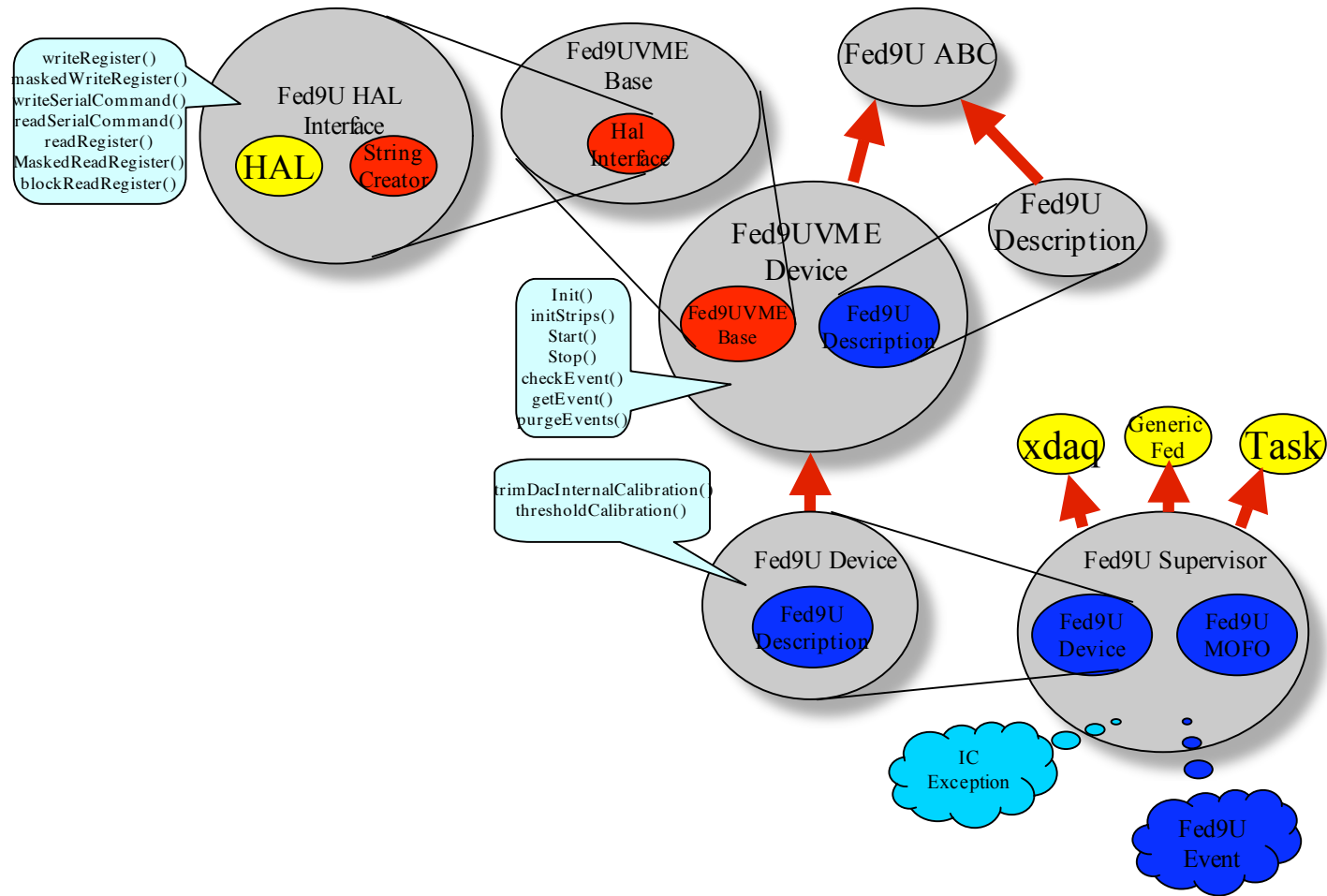
34 Xilinx Virtex II FPGAs up to 2M equiv gates each

- Delay FPGA: ADC Coarse and Fine Clock Skewing.
- FE FPGA: Scope and Frame Finding modes.
- BE FPGA: Event building, buffering and formatting.
- VME FPGA: Controls and Slow Readout path.

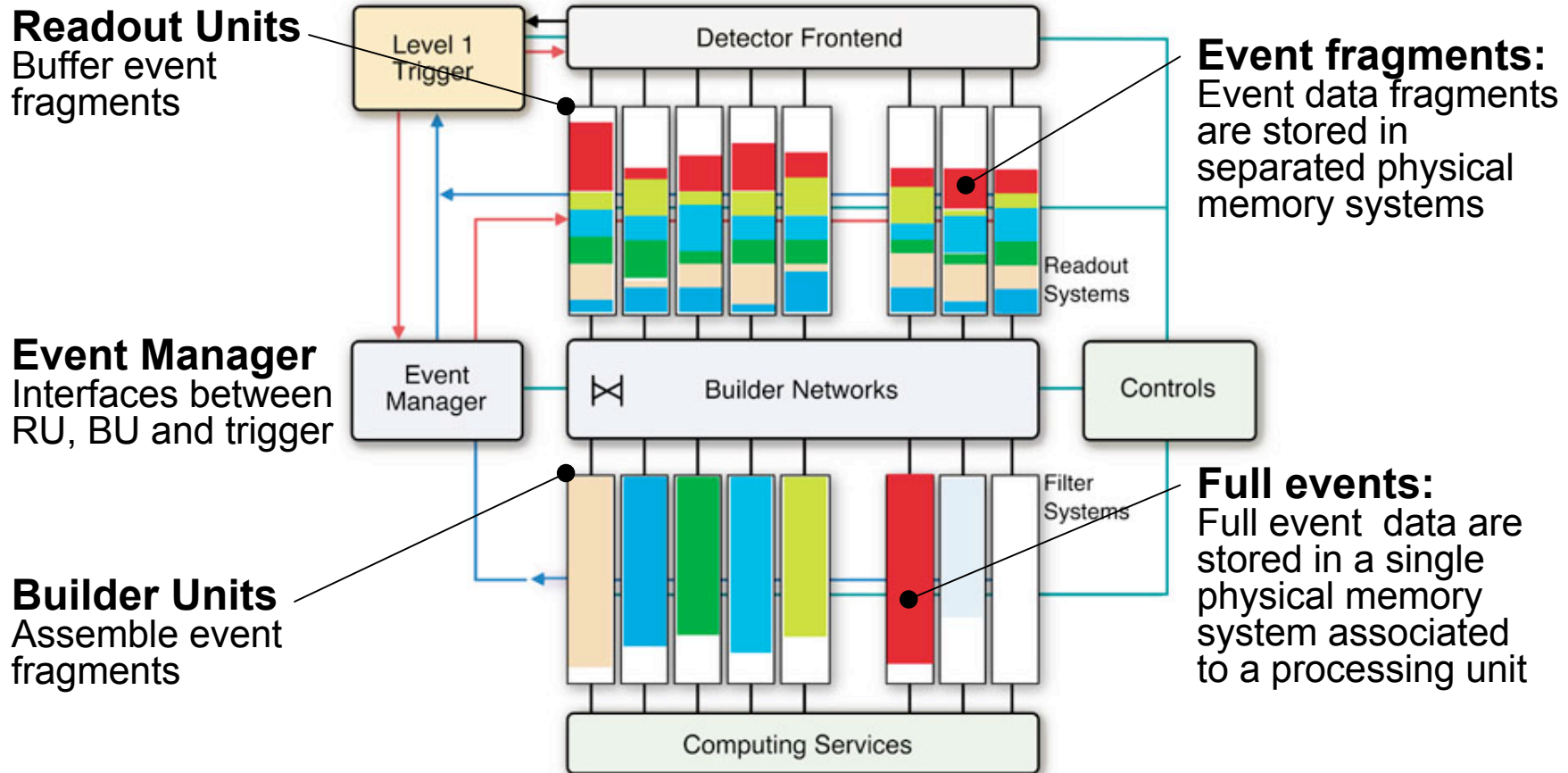
Le FED du trajectographe

- 96 canaux d'ADC (flash 40 MHz)
 - Chaque canal digitise 256 pistes
 - Soustraction de pedestaux
 - Soustraction de mode commun
 - Clusterisation
- Deux sorties de données
 - SLINK: lien série rapide 400 Mb/s vers l'acquisition centrale (FRL)
 - VME: configuration et acquisition « locale »
- 400 cartes réparties dans 34 crates VME 9U

Le software du FED9U



L'acquisition de CMS



Requirements:

L1 trigger: 100 kHz (@2KB), ev-size 1MB,
200 MB/s in AND out per RU, 200 MB/s in AND 66 MB/s out per BU

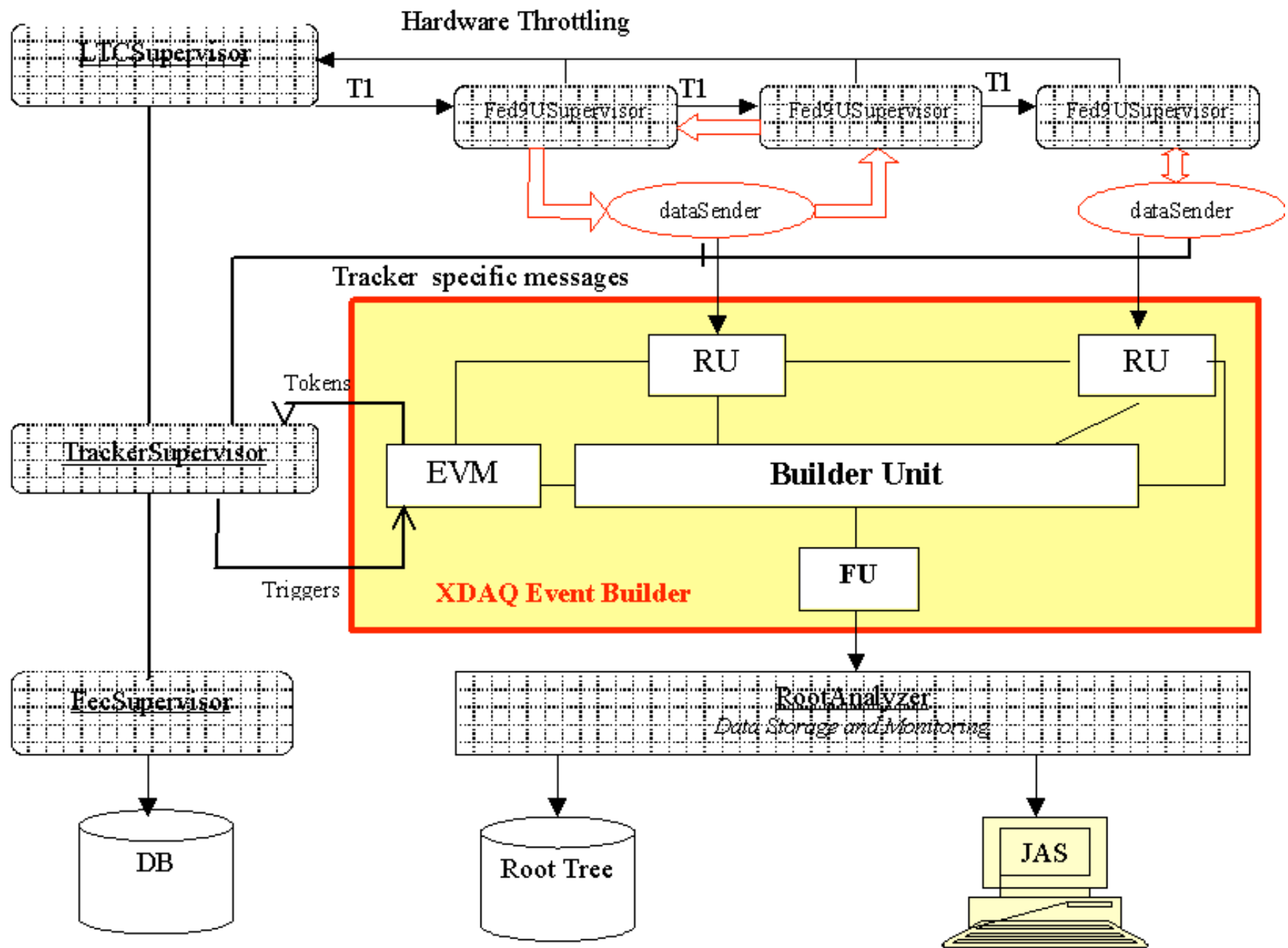
J.Gutleber 2003

Le software d'acquisition XDAQ

- Principes
 - Création de « Context », application offrant des services http, tcp et SOAP
 - Configuration dynamique par XML des différents Context (SOAP)
 - Accès interactif par Mozilla
 - Dans chaque Context chargement dynamique de pluggins (via XML), les xdaqApplication
 - Toute application en ligne hérite d'une xdaqApplication
 - Reconfiguration dynamique des Context
 - WebApplication= xdaqApplication + fonctionnalités Web
 - Possibilité d'ajouter des pages Web propres a chaque application
 - Formulaire cgi,Ajax,...
 - Communication:
 - Configuration: SOAP
 - Données: I2O (TCP)
- Environnement
 - C++
 - XERCES,LOG4C

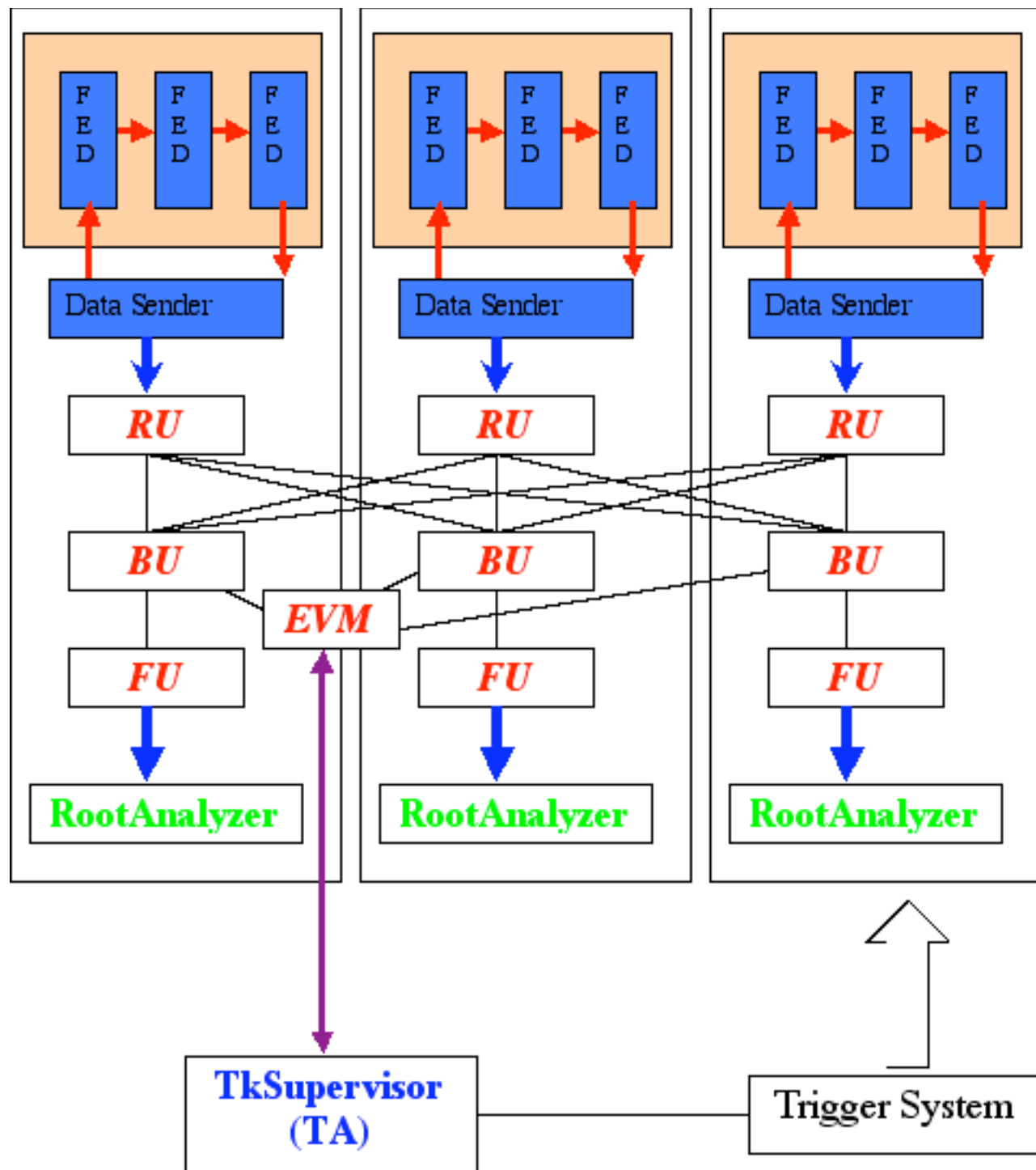
L'architecture de l'acquisition locale

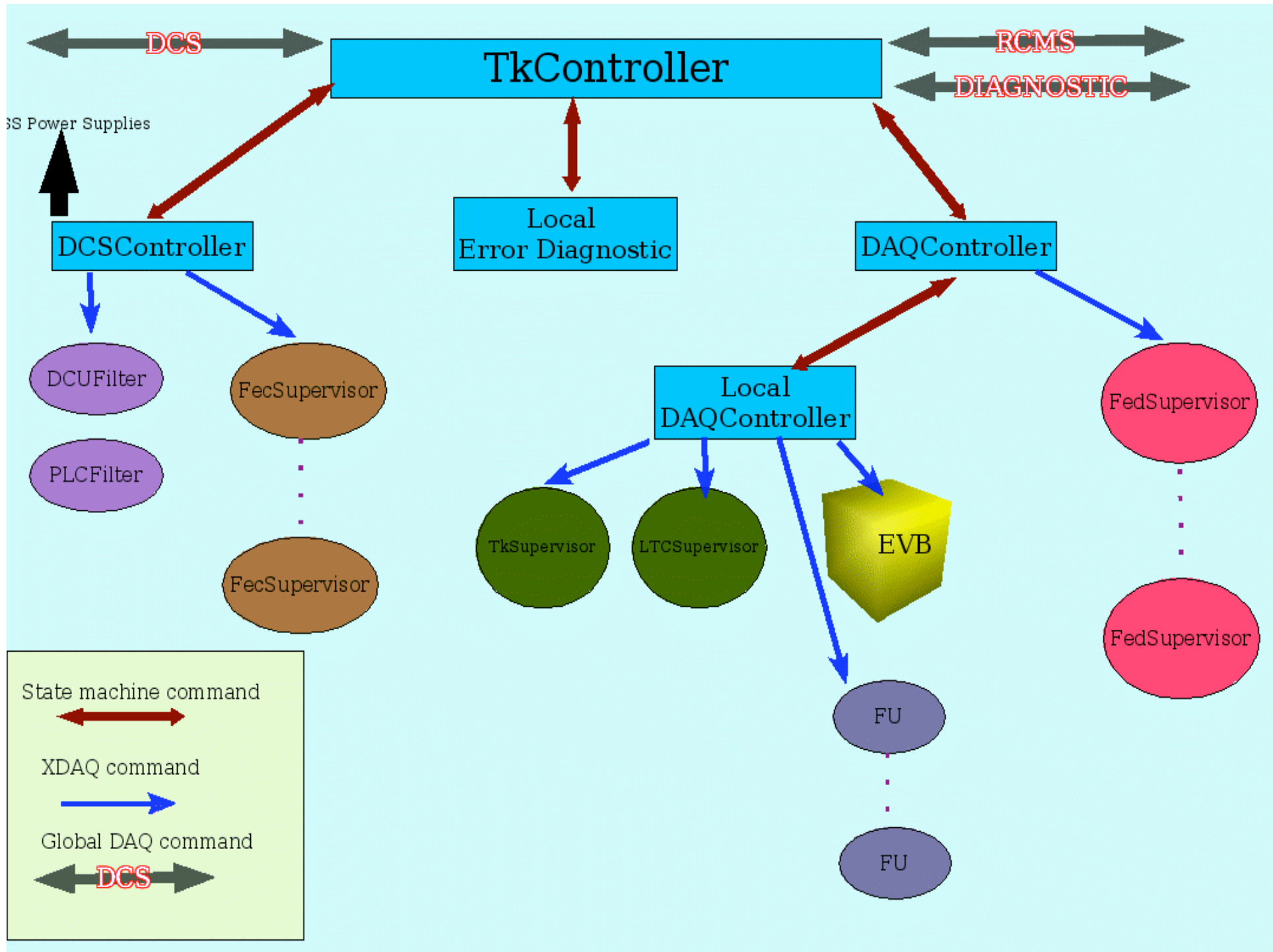
- Buts
 - Intégrer dans l'architecture finale les applications de contrôle et de surveillance des cartes finales
 - Utiliser ces mêmes applications pour l'ensemble des procédures de calibration
 - Détection des connections
 - Ajustement en temps des modules
 - Réglage des gains optiques
 - Piédestaux et bruit
 - Minimiser les développements propres au trajectographe
 - Utilisation de l'Event Builder de CMS
 - Analyse portée dans les Filter Unit
 - Réutilisable dans la DAQ finale
- Spécificité de l'acquisition locale
 - R/O des ADCs par le bus VME
 - < 20 Mb/s par crate
 - Pas de ferme de calcul
 - Utilisation des contrôleurs de crate



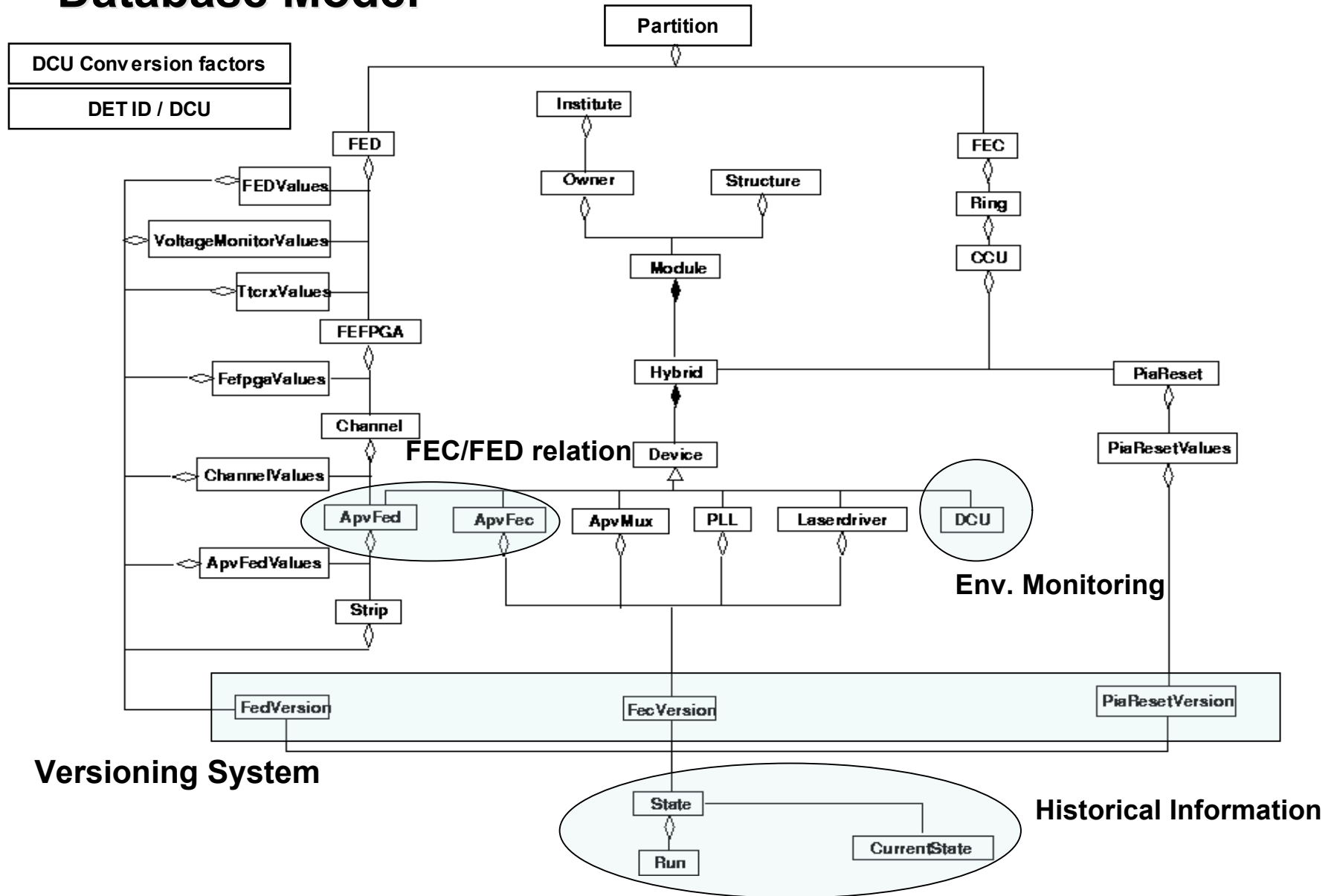
Un exemple de run: Les connections

- Le TrackerSupervisor demande au FecSupervisors d'éteindre tous les lasers des AOH
- Boucle sur tous les Lasers
 - Requête pour allumer un laser au FecSupervisor
 - Requête pour un trigger au LTCSupervisor
 - Envoi d'un trigger software a l'EVM contenant l'id du DCU associé à ce laser
 - Requête pour éteindre le laser au FecSupervisor
 - L'événement est collecté par l'Event Builder et le RootAnalyzer détecte le canal de FED actif
- A la fin du run, la liste des associations id DCU-canal de FED est mise à jour dans la base de données



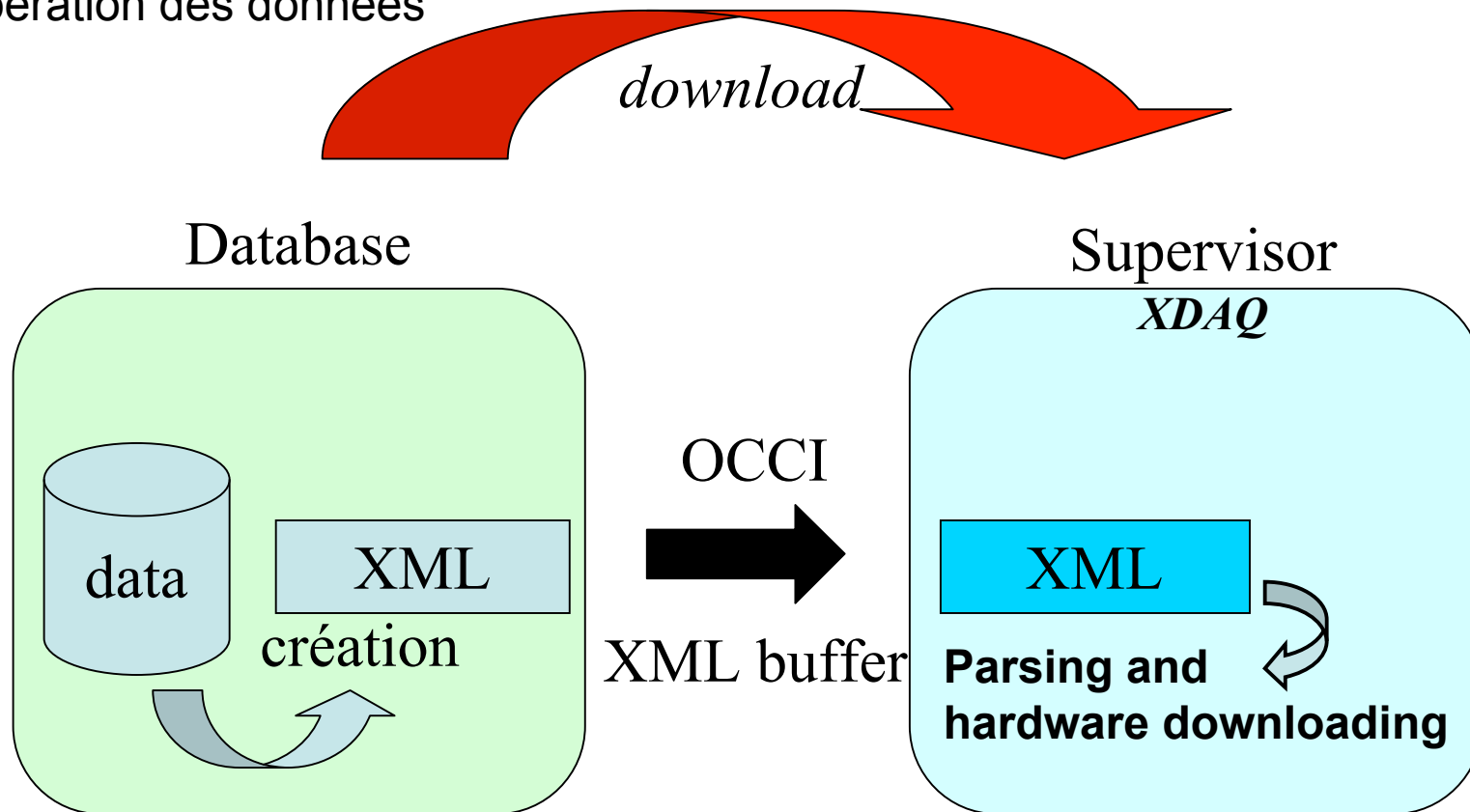


Database Model



Accès Base de Données

Récupération des données

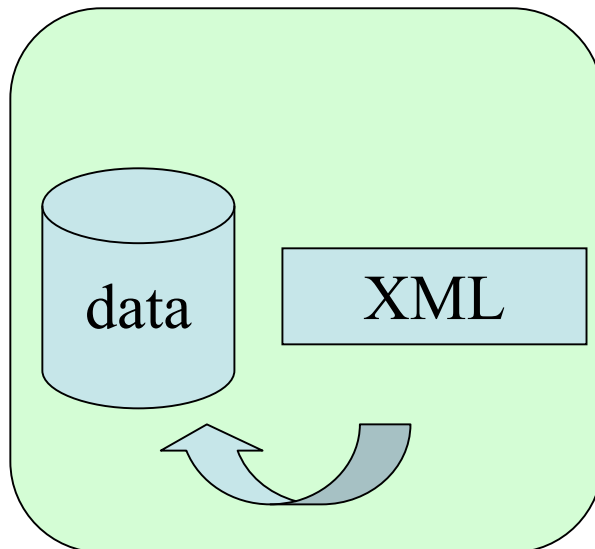


Accès Base de Données

Soumission des données

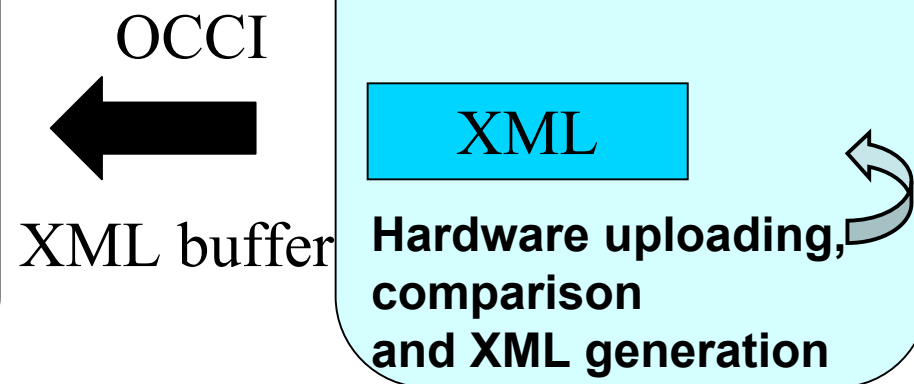


Database



Supervisor

XDAQ



Implantation

- Serveur de base de données
 - Modèle relationnel
 - PL/SQL: packages d'Oracle
 - View dynamique
 - Trigger
- Couches d'accès en C++
 - Oracle Call C++ Interface (OCCI)
 - Couche d'accès à la base de données (*DbAccess*)
 - XML parsing (*MemParseBuffer* et *MemBuffOutputSource*)
 - Conversion en descriptions (objets C++) (*ApvDescription*, *FedDescription*, ...)
- XML permet de substituer des fichiers à la base de données sur des petits setups
- Pour le Tracker, environ 400 à 500 accès simultanées peuvent être demandés au serveur de base de données mais des couches de cache sont implantées réduisant les accès à une 100 d'accès
- Temps d'accès aux données suivant les parties considérées varient entre 2 secondes et 20 secondes.

Systeme de Diagnostique

Contraintes et solutions choisies (1/2)

Le système de diagnostique dédié au trajectographe de CMS doit

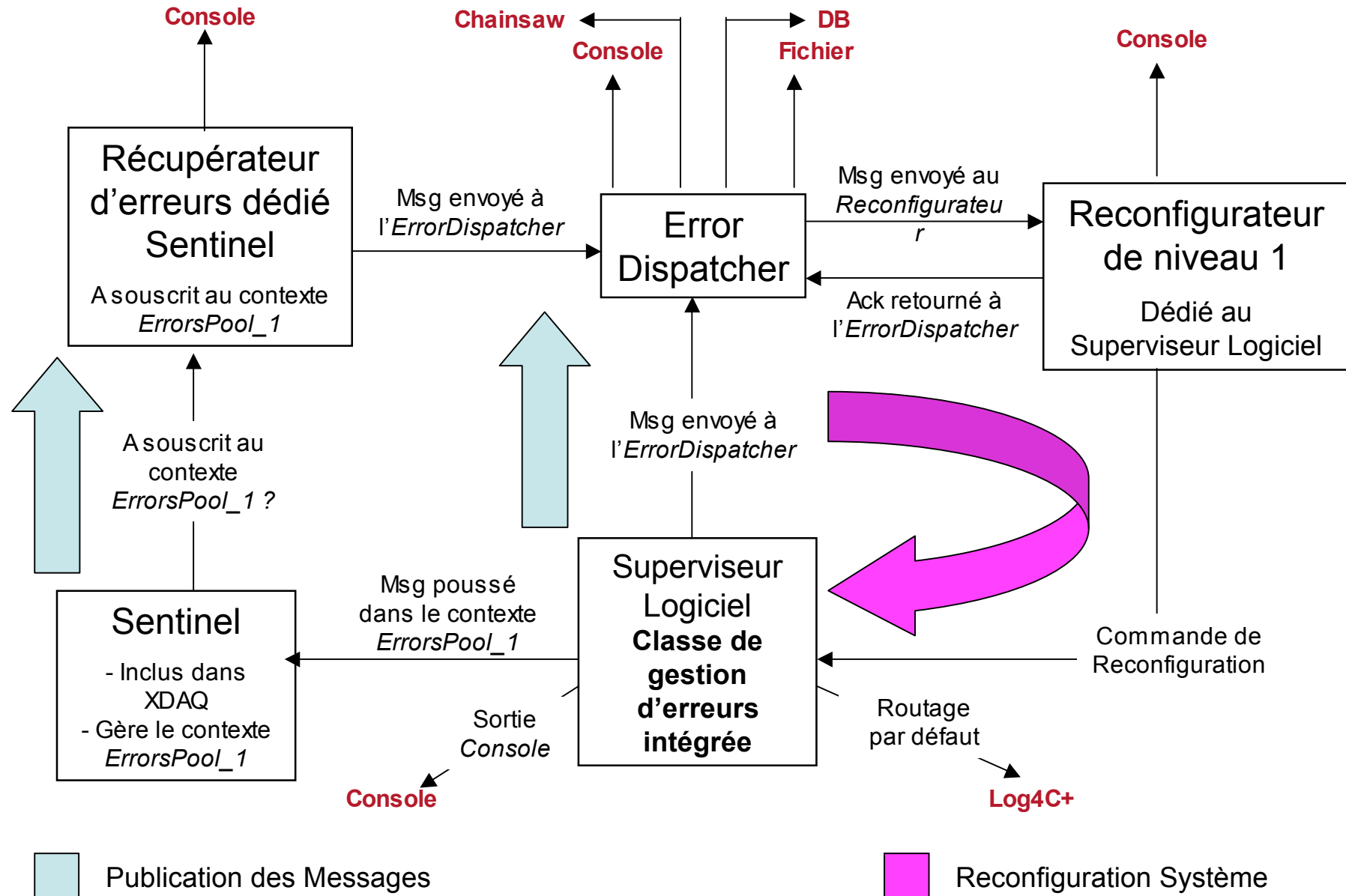
- **Etre compatible avec le canevas de développement officiel de la DAQ du Tracker de CMS**
 - Processus XDAQ pour les modules logiciels dédiés au diagnostique
- **Pouvoir s'intégrer facilement dans la totalité des développements effectués à cet effet**
 - Classe de gestion d'erreurs en C++ pouvant être intégrée dans les développements existants
 - Report de tous les traitements dans cette classe -> l'utilisateur se contente de reporter une erreur
- **Permettre de reporter des messages d'erreur pleinement qualifiés** (quoi? Quand? Ou? Est-ce grave?)
 - Surcharge automatique des messages reportes pas l'utilisateur
- **Permettre le stockage permanent des messages d'erreur**, pour entre-autres pouvoir effectuer une analyse hors ligne des incidents
 - Stockage structuré dans une base de données Oracle
- **Etre fiable** : pas question de « rater » une erreur
 - Tests de tenue en charge intensifs

Systeme de Diagnostique

Contraintes et solutions choisies (2/2)

- **Permettre le routage des messages d'erreur vers des destinations variées**
 - Possibilité de router les messages, au choix et simultanément :
 - vers une console
 - vers un outil de visualisation dédié (Chainsaw)
 - vers un fichier ASCII
 - Vers la base de données de conservation des logs
 - vers un autre processus XDAQ
- **Fournir à tout moment, rapidement et de façon claire, un instantané de l'état du système aux utilisateurs**
 - Nombreuses possibilités de tri, de masquage et de sélection des messages reçus
 - Charte graphique (rouge = problème, vert = ok)
- **Permettre au mieux de reconfigurer automatiquement le système, au pire de le stabiliser dans un mode de fonctionnement dégradé**
 - Boucle de reconfiguration automatique implémentée
 - La structure et les champs des messages d'erreur intègrent d'origine cette contrainte
- **Permettre une modification aisée de ses paramètres de fonctionnement**
 - Interface HyperDaq standardisée (permet les modifications en ligne)
 - Fichier de configuration XML (permet de définir une configuration par défaut au chargement)

Systeme de Diagnostic – Architecture Logicielle



Résumé et perspectives

- Le système d'acquisition du trajectographe de CMS s'appuie sur les possibilités de l'environnement XDAQ pour
 - Configurer les 400 cartes d'acquisitions
 - Configurer les 160 000 chips du détecteur
- La même architecture est utilisée pour l'acquisition locale en y ajoutant les fonctionnalités de l'Event Builder de CMS
 - Procédures de mise en oeuvre du trajectographe
 - Système d'acquisition sur faisceau
- Validation
 - Système d'acquisition sur faisceau
 - Système de tests des sous-structures (Petal,Rod,String)
 - Intégration (TIB,TOB,TEC) ~ 5%
- Futur
 - Test de 25 % du trajectographe (Janvier 2007)
 - Installation Point 5 (Eté 2007)