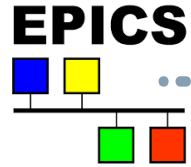
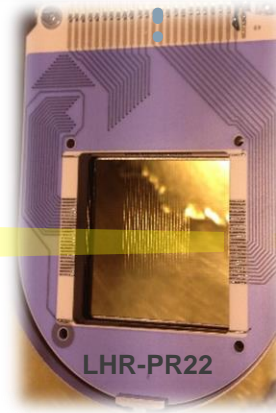
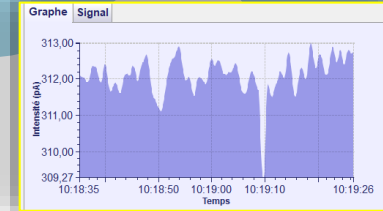
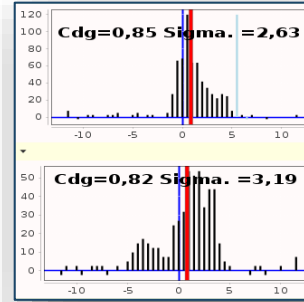


Introduction au système de C/C EPICS



*... application aux
diagnostics faisceau*



Laurent DAUDIN



07/04/2022 @ IJCLab

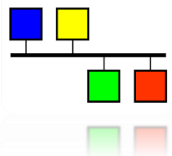
Réunion annuelle 2022 du réseau Instrumentation Faisceau



Contexte



EPICS



Mesures des propriétés des noyaux exotiques à très basse énergie



CENBG
Laboratoire commun CEA-CNRS



(Extrait présentation VISIO RIF 2021)

Désintégration Excitation et Stockage d'Ions Radioactifs
Diagnostics faisceaux DESIR @ CENBG



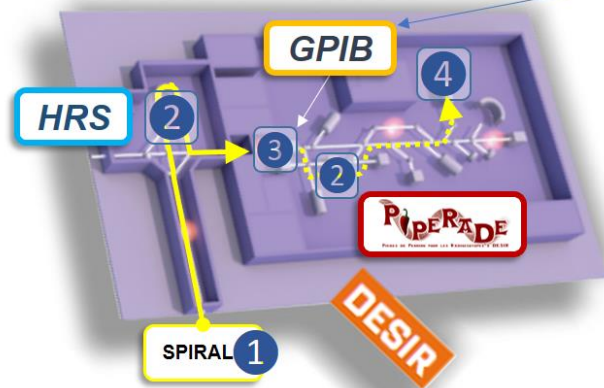
université BORDEAUX



EPICS

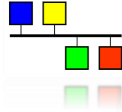


- ✓ TRANSFERT depuis le lieu de **Production** ① jusqu'à l'**Expérience** ④ ...
- ✓ SELECTION ② : seuls les ions d'intérêt doivent être délivrés à l'expérience
- ✓ **PREPARATION** ③ : suivant les besoins de l'expérience ...
 - RFQ-Cooler-Buncher : **GPIB**



Faisceaux **DESIR** ...

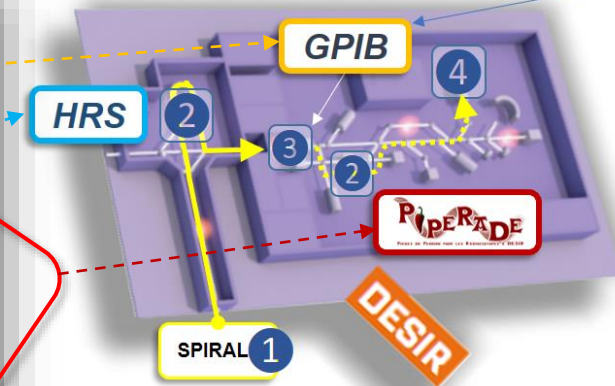
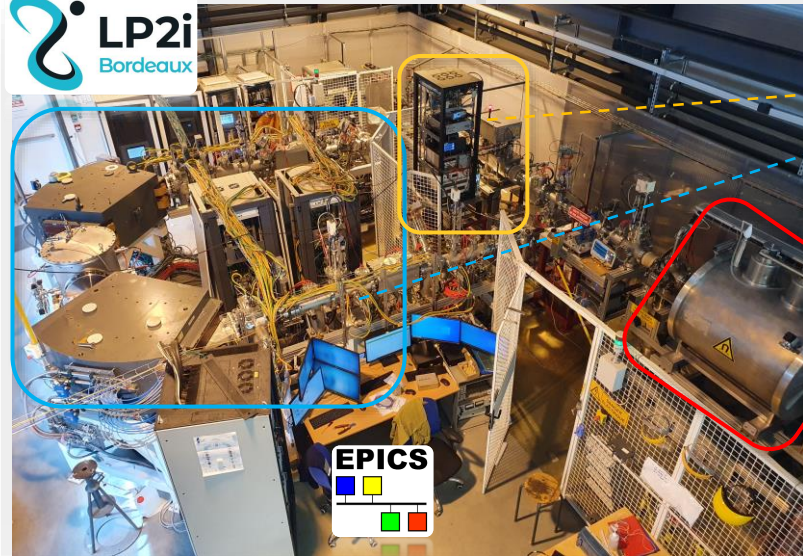
EPICS



- ✓ TRANSFERT depuis le lieu de **Production** ① jusqu'à l'**Expérience** ④ ...
- ✓ **SELECTION** ② : seuls les ions d'intérêt doivent être délivrés à l'expérience
- ✓ **PREPARATION** ③ : suivant les besoins de l'expérience ...
 - RFQ-Cooler-Buncher : **GPIB**



 **LP2i**
Bordeaux




Laurent Daudin

 **IN2P3**
Les deux infinis

7 Mai 2021 - 10

Systemes de C/C au cours des ages ...




EPICS



Qu'est-ce qu'EPICS ?

THE
EXPERIMENTAL PHYSICS
AND INDUSTRIAL CONTROL SYSTEM

 <https://epics-controls.org/>

<https://epics.anl.gov/>



1 une Collaboration



FREE AND OPEN SOURCE



DEVELOPED COLLABORATIVELY

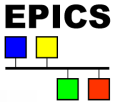


POWERFUL AND RELIABLE

- Début : 1989 aux USA : LANL / ANL (*Bob Dalesio & Marty Kraimer*)
- Aujourd'hui utilisé dans le monde entier pour des TGIR :
 - *Accélérateurs, Synchrotrons, Télescopes ...*
 - *En France : ITER, SPIRAL2, Laser Mégajoule ...*
- Partage des développements (Applications, Modules)
- autre système C/C open source / distribué / SCADA : TANGO.*

<https://www.tango-controls.org/>

Qu'est-ce qu'EPICS ?

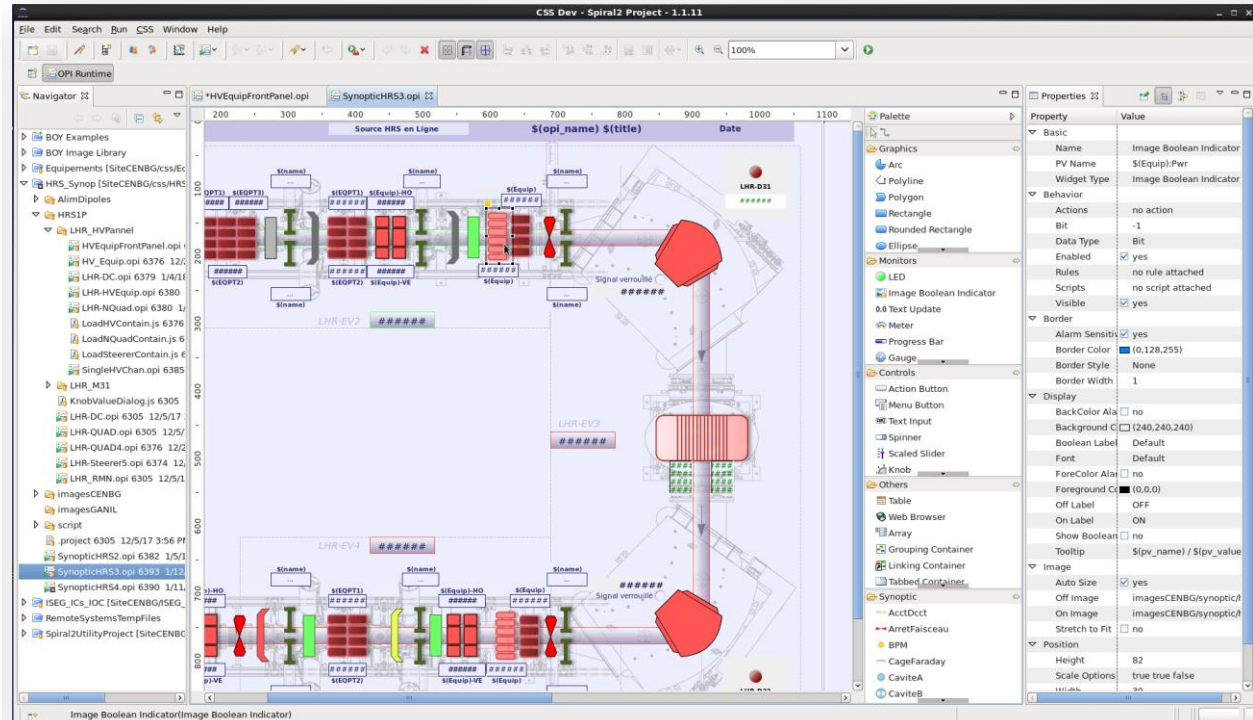


2 Ensemble d'outils logiciels et Applications

Exemple d'outil logiciel EPICS :
CSS
« Control System Studio »

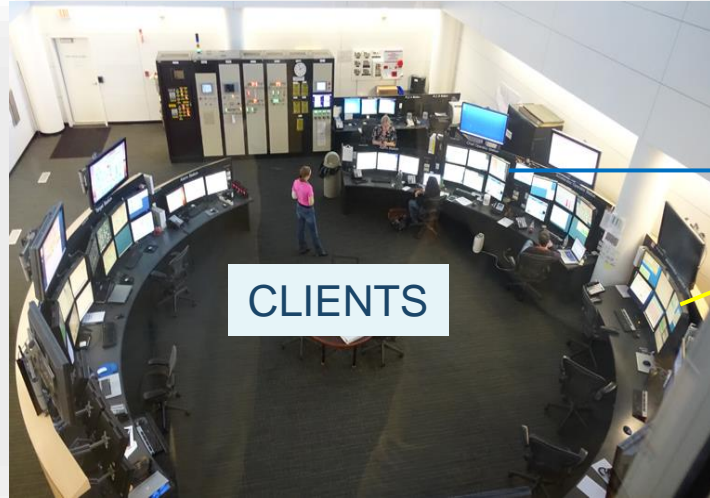
utilisé pour
la création des
OPI
« Operating Interface »

Version GANIL : « CSS-DEV »



Qu'est-ce qu'EPICS ?

3 Une Architecture « CLIENT – SERVEUR » de C/C

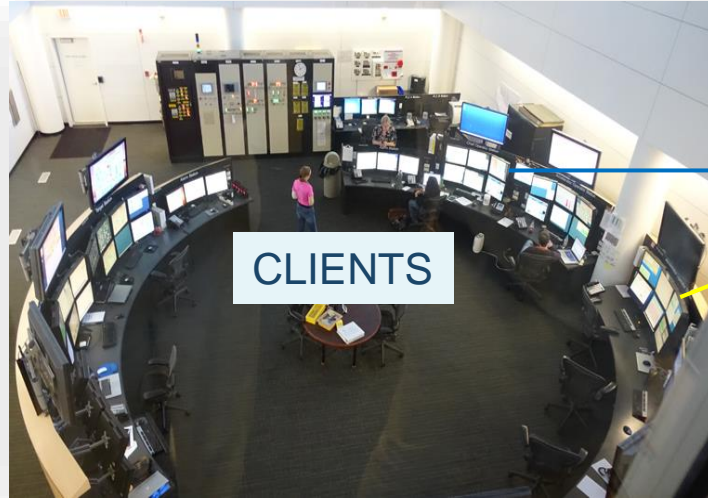


EPICS

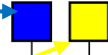


Qu'est-ce qu'EPICS ?

3. Une Architecture « CLIENT – SERVEUR » de C/C



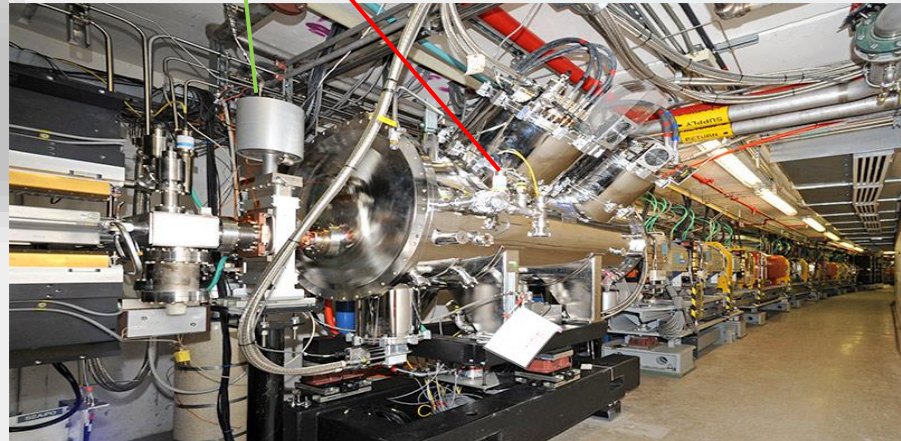
EPICS



Réseau Ethernet



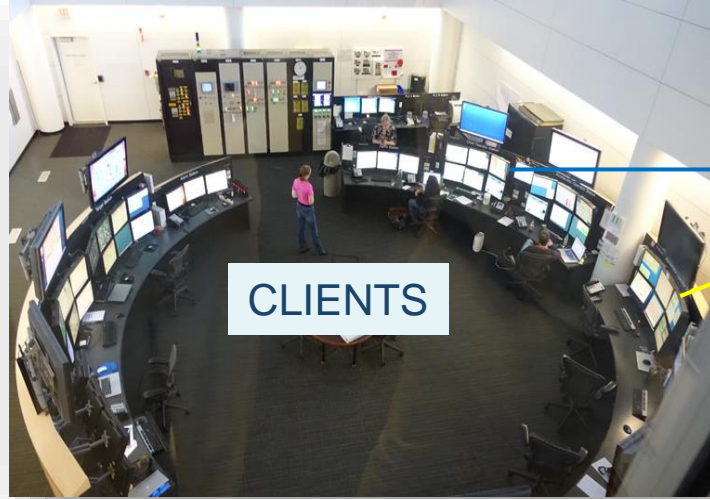
SERVEURS



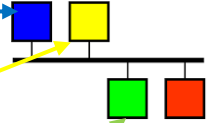
SOURCE d'ions ... ACCELERATEUR ... aux EXPERIENCES

Qu'est-ce qu'EPICS ?

3. Une Architecture « CLIENT – SERVEUR » de C/C



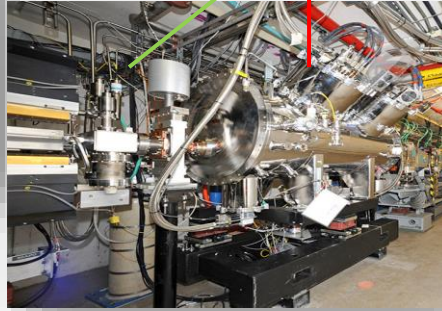
EPICS



SERVEURS

IOC (*Input Output Controller*)

- Communiquent avec le « monde réel »
- Génèrent des **PV** *Process Variable*
- Partagent ces PV sur le réseau
- HW** : PC (**Linux**, Windows), VME (**vxWorks**), μ TCA, RaspberryPi ...

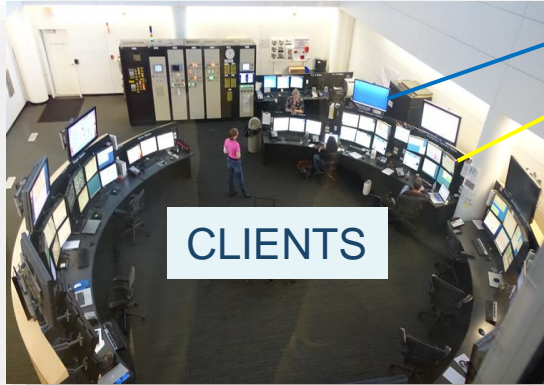


Qu'est-ce qu'EPICS ?

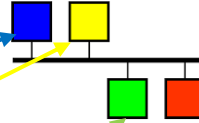
3. Une Architecture « CLIENT – SERVEUR » de C/C

OPI (OPerating Interface)

- ❑ Applications CLIENTs (SW)
- ❑ Se connectent à des **PV** (par leur NOM)
- ❑ Aucun besoin d'adresse IP, type de matériel ...
- ❑ *HW* : PC (**Linux**, Windows), RaspberryPi ...



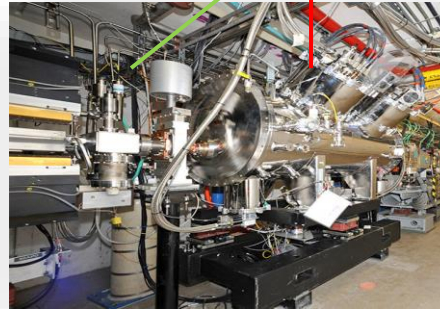
EPICS



SERVEURS

IOC (Input Output Controller)

- ❑ Communiquent avec le « monde réel »
- ❑ Génèrent des **PV** *Process Variable*
- ❑ Partagent ces PV sur le réseau
- ❑ *HW* : PC (**Linux**, Windows), VME (**vxWorks**), μ TCA, RaspberryPi ...

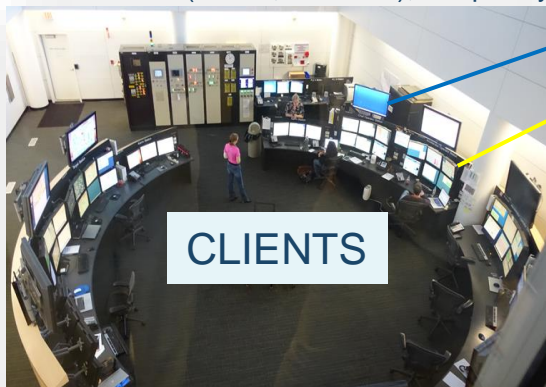


Qu'est-ce qu'EPICS ?

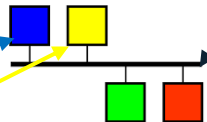
3. Une Architecture « CLIENT – SERVEUR » de C/C

OPI (OPerating Interface)

- ❑ Applications CLIENTs (SW)
- ❑ Se connectent à des **PV** (par leur NOM)
- ❑ Aucun besoin d'adresse IP, type de matériel ...
- ❑ *HW* : PC (**Linux**, Windows), RaspberryPi ...



EPICS



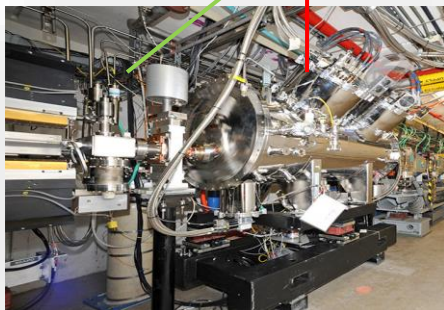
Réseau Ethernet

- ❑ Partage de (*milliers*) de **PV**
- ❑ Protocol : **CA Channel Access / PVA**

SERVEURS

IOC (Input Output Controller)

- ❑ Communiquent avec le « monde réel »
- ❑ Génèrent des **PV Process Variable**
- ❑ Partagent ces PV sur le réseau
- ❑ *HW* : PC (**Linux**, Windows), VME (**vxWorks**), μ TCA, RaspberryPi ...



exemple concret

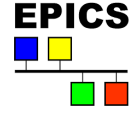


Mesure de l'intensité d'un faisceau par Coupelle de Faraday (CF)



Principe d'un IOC

exemple : mesure d'intensité Faisceau

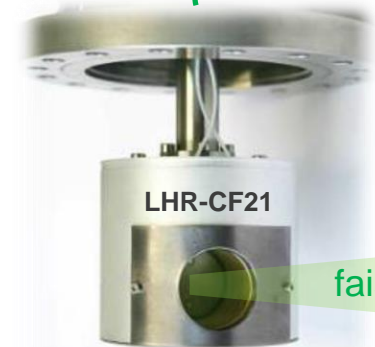


IOC EPICS
(Serveur)

Ethernet



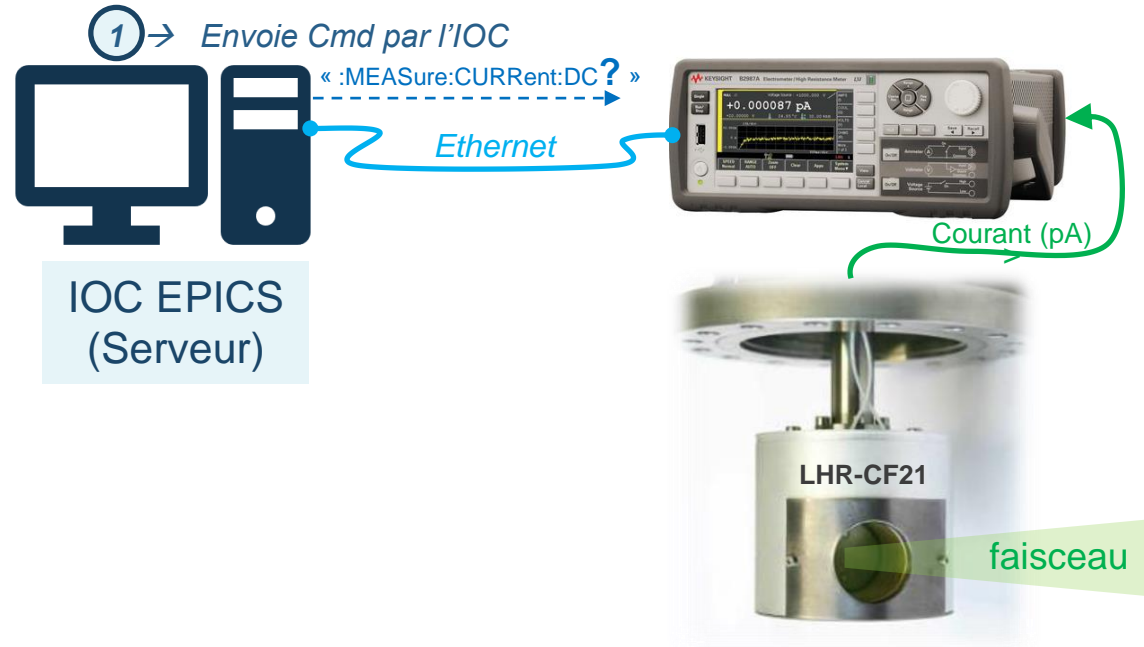
Courant (pA)



faisceau

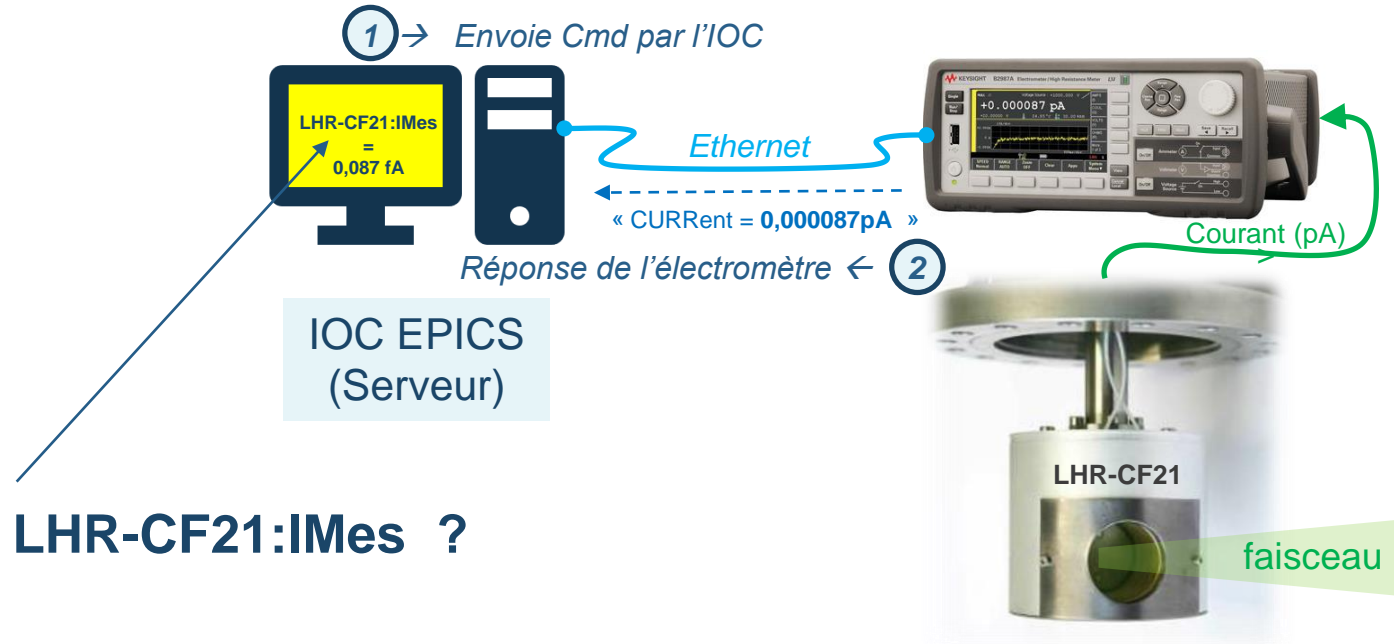
Principe d'un IOC

exemple : mesure d'intensité Faisceau



Principe d'un IOC

exemple : mesure d'intensité Faisceau



Process Variable : **LHR-CF21:IMes** ?

PV : Process Variable

□ Donnée « élémentaire » NOMINATIVE

: *état, cmd, consigne, valeur actuelle, calcul, ...*

Read	Write	Write	Read	Read
M/A	ON	124,0 V	124,0213 V	
IN/OUT	OFF	23 mm	23,001 mm	
	RESET			

➤ associée à un EQUIPEMENT

: *CF_{araday}, PR_{ofileur}, EMT_{tancemètre}, FV, Q, D*

➤ d'un DISPOSITIF

: *source d'ions, accélérateur, ligne, expérience ...*

Ligne Haute Résolution

LHR-CF21:IMes

Courant Mesuré

Coupelle de Faraday 21

Cette convention de nommage est propre au GANIL = NomOp des équipements

PV : Process Variable

LHR-CF21:IMes

➤ Une PV à un ensemble d'attributs (Fields).

- **LHR-CF21:IMes.VAL** = 0,0125E-12 A : Attribut par défaut : **VALEUR** de la variable

→ LHR-CF21:IMes = LHR-CF21:IMes.VAL

➤ Exemples d'attributs possibles d'une PV :

➤ **ALARMES :**

- **LHR-CF21:IMes.HIGH** = 100 : *High Alarm Limit* → si PV.VAL > 100 → ALARM
- **LHR-CF21:IMes.HSV** = MINOR : *Severity of High Alarm* (MINOR ou MAJOR)

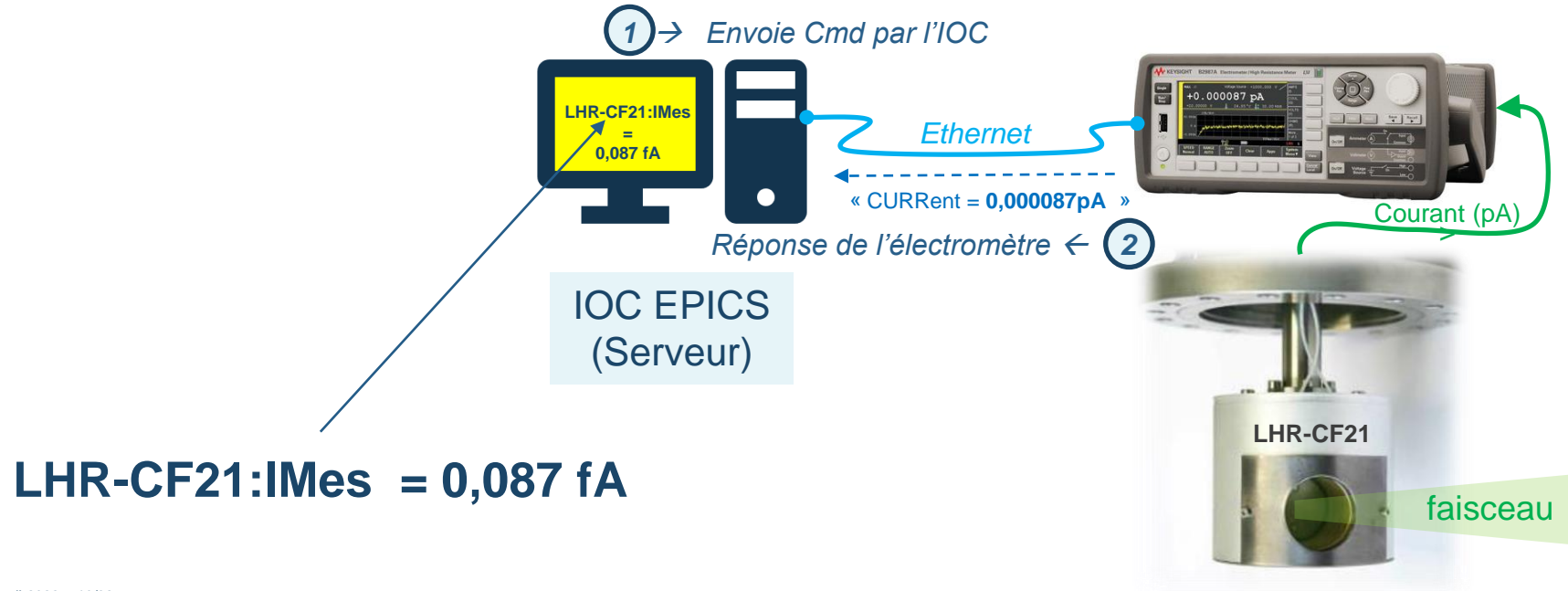
➤ **Engineering UNIT Designation** (e. g. degrees, mm, MW)

- **LHR-CF21:IMes.EGU** = nA

➤ **Alarm Severity** (e. g. NO_ALARM, MINOR, MAJOR, INVALID) , **Alarm Status** , **Nombre d'éléments** (array), ...

Principe d'un IOC

exemple : mesure d'intensité Faisceau



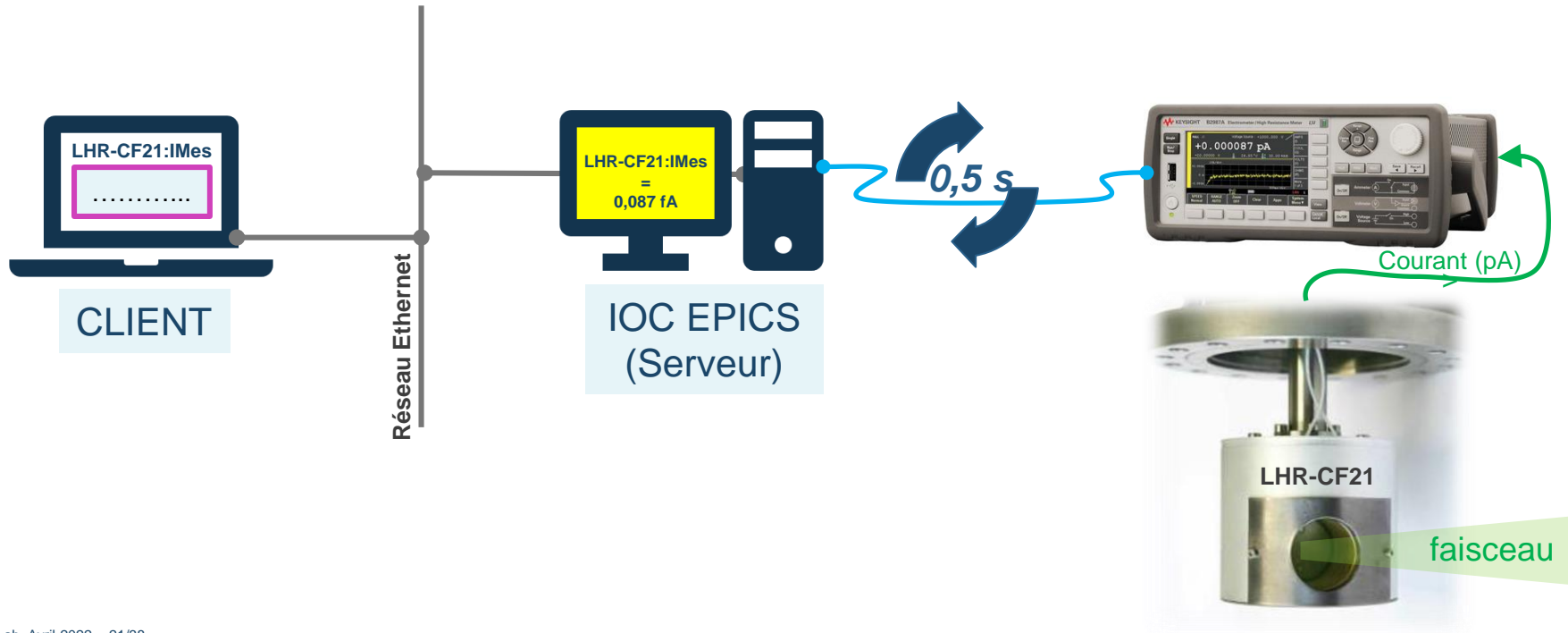
Principe d'un IOC

exemple : mesure d'intensité Faisceau



Principe d'une OPI

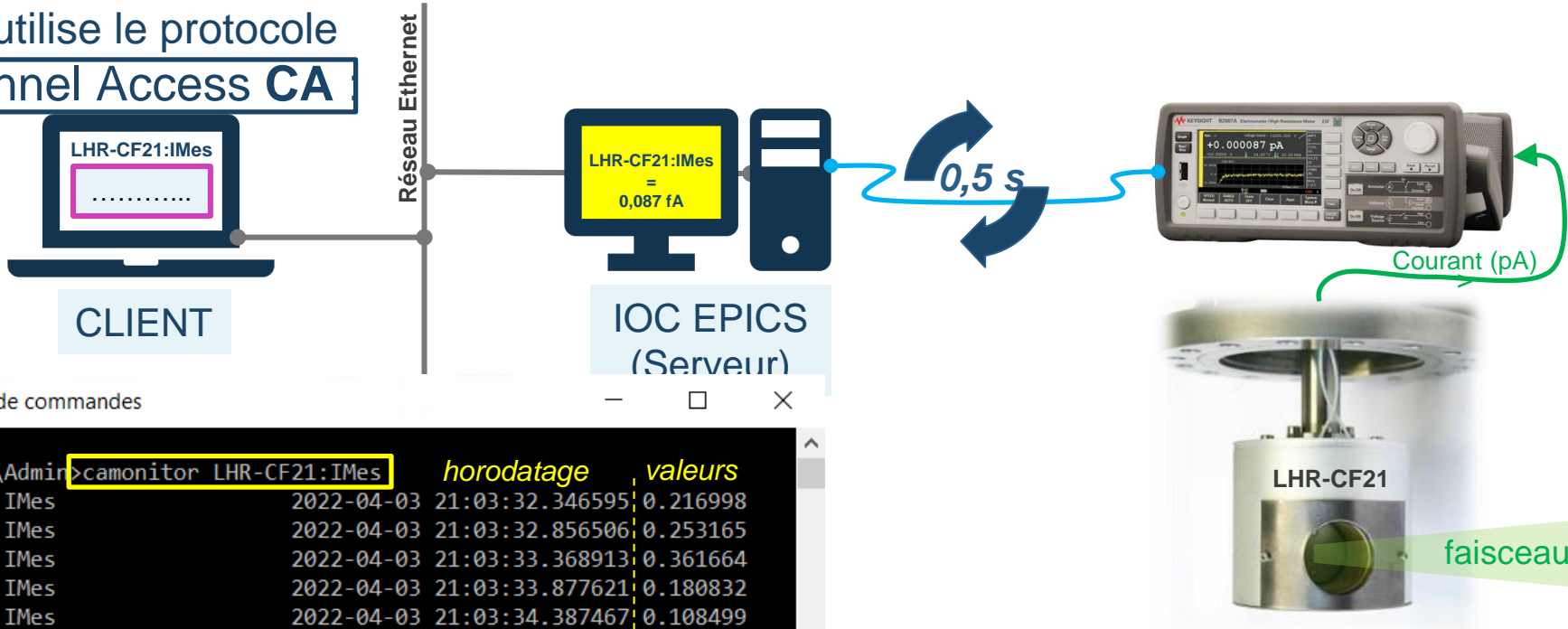
un Client EPICS se connecte au réseau
et veut obtenir la valeur de la PV "LHR-CF21:Imes"...



Principe d'une OPI

un Client EPICS se connecte au réseau et veut obtenir la valeur de la PV "LHR-CF21:Imes"...

→ Il utilise le protocole Channel Access CA

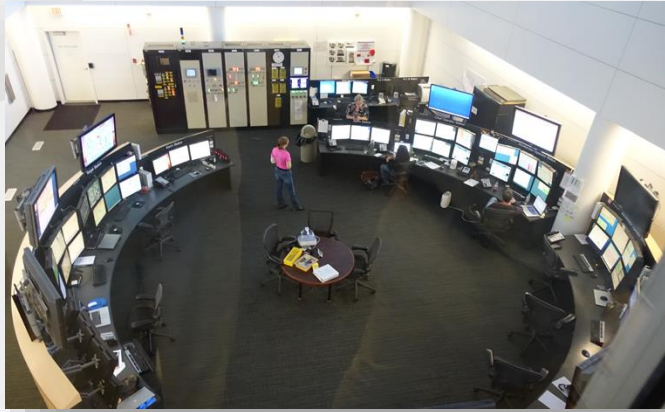


```
Invite de commandes

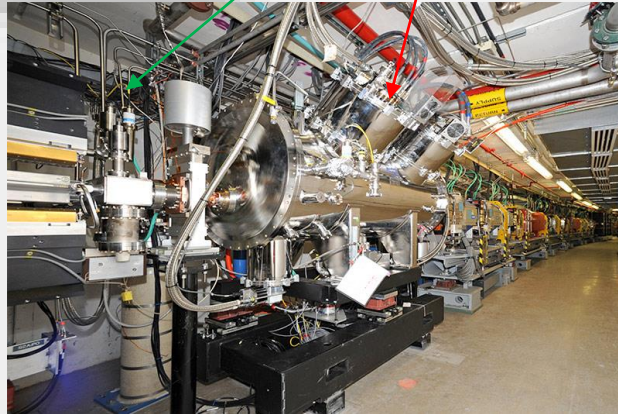
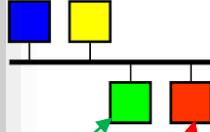
C:\Users\Admin>camonitor LHR-CF21:Imes horodatage valeurs
LHR-CF21:Imes 2022-04-03 21:03:32.346595 0.216998
LHR-CF21:Imes 2022-04-03 21:03:32.856506 0.253165
LHR-CF21:Imes 2022-04-03 21:03:33.368913 0.361664
LHR-CF21:Imes 2022-04-03 21:03:33.877621 0.180832
LHR-CF21:Imes 2022-04-03 21:03:34.387467 0.108499
```

Protocole CA Channel Access

→ Pour échanger des PV sur Ethernet

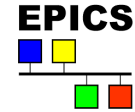


EPICS



- ❑ Process Variables (PV) de tout type :
 - ✓ Chars
 - ✓ Entiers
 - ✓ Réels
 - ✓ Tableau (Waveform)
- ❑ Hautes performances
 - ❑ Millions de PV partagés sur LAN
- ❑ Outils basiques « client »
 1. > caget « Nom_PV »
 2. > caput « Nom_PV »
 3. > camonitor « Nom_PV »
- ❑ Clients possibles :
 - ✓ Terminal Linux, Windows ...
 - ✓ Prog. C, Java, Python, Labview ...
- ❑ OS et EPICS Version indépendant
- ❑ Détails UDP / TCP-IP cachés

Principe de CA



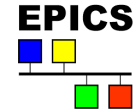
CLIENT > **caget** LHR-CF21:IMes

LHR-CF21:IMes

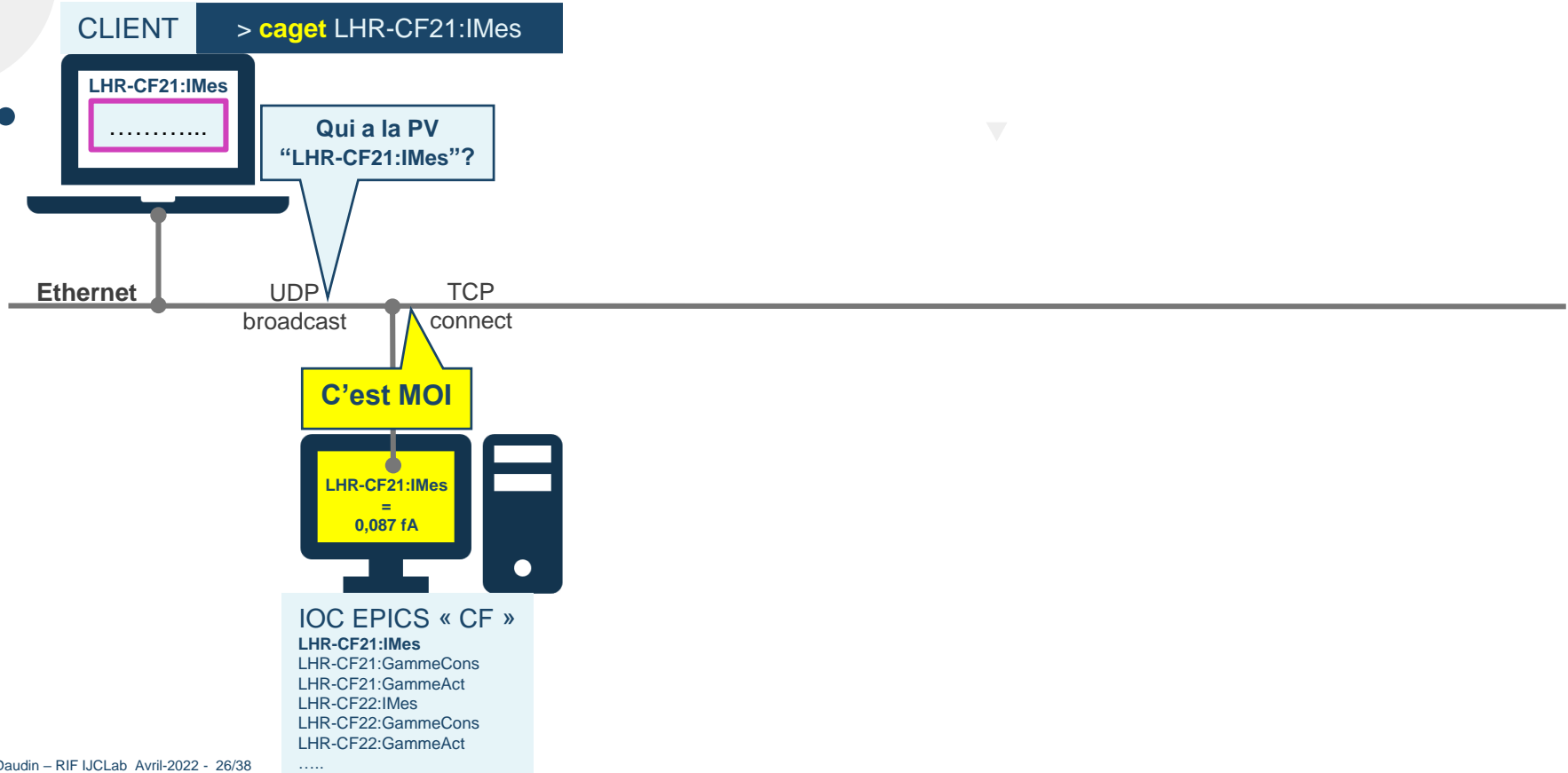
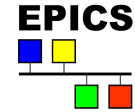
.....

Ethernet

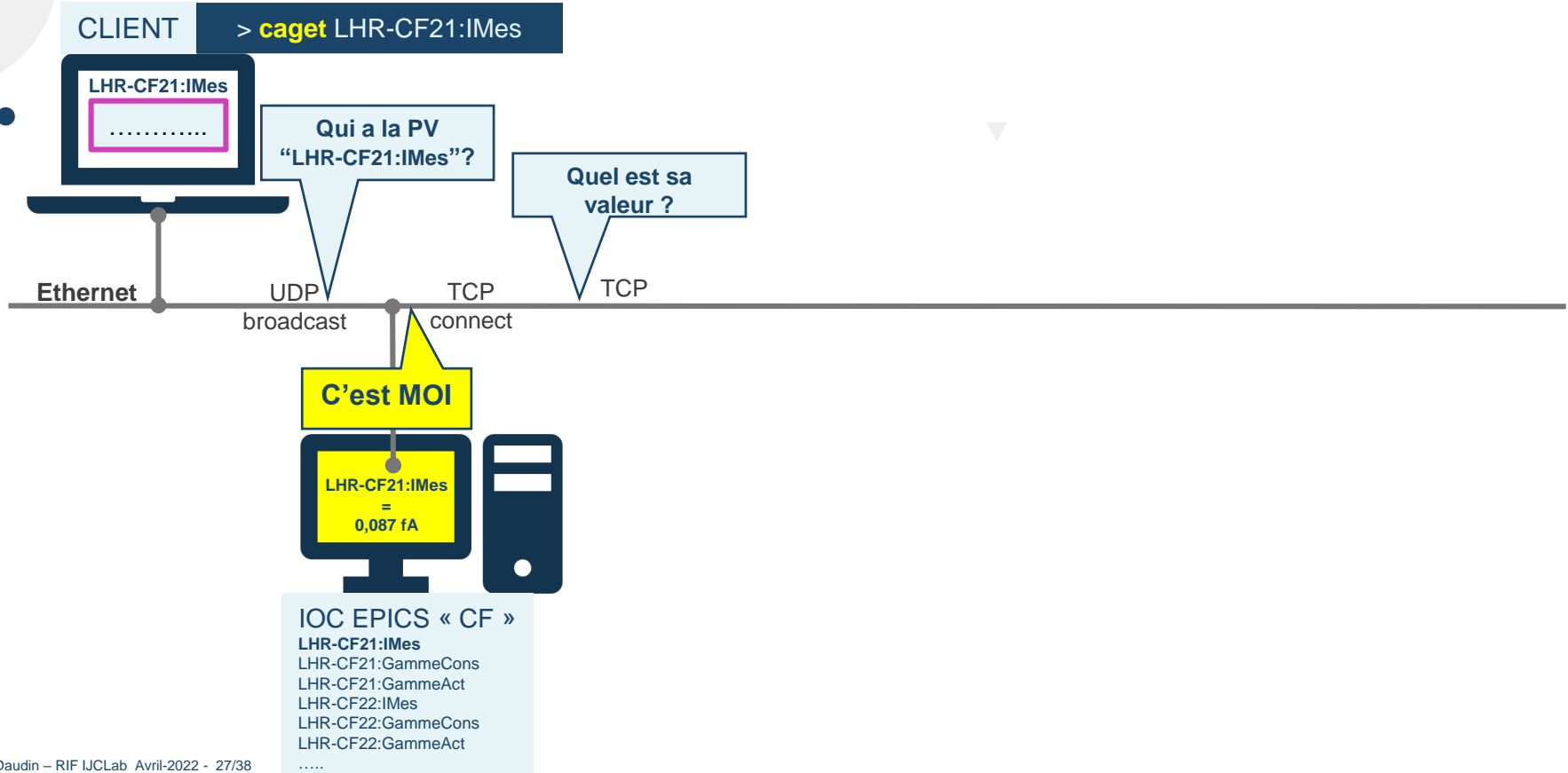
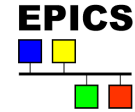
Principe de CA



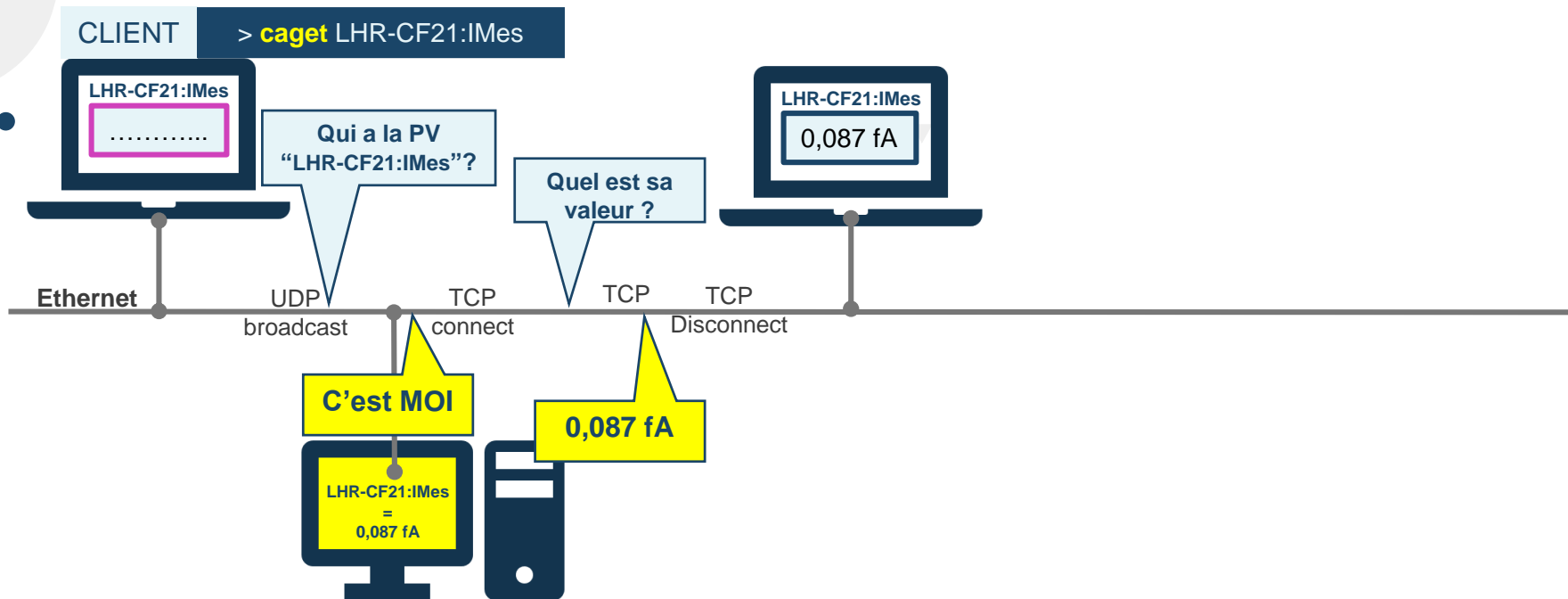
Principe de CA



Principe de CA



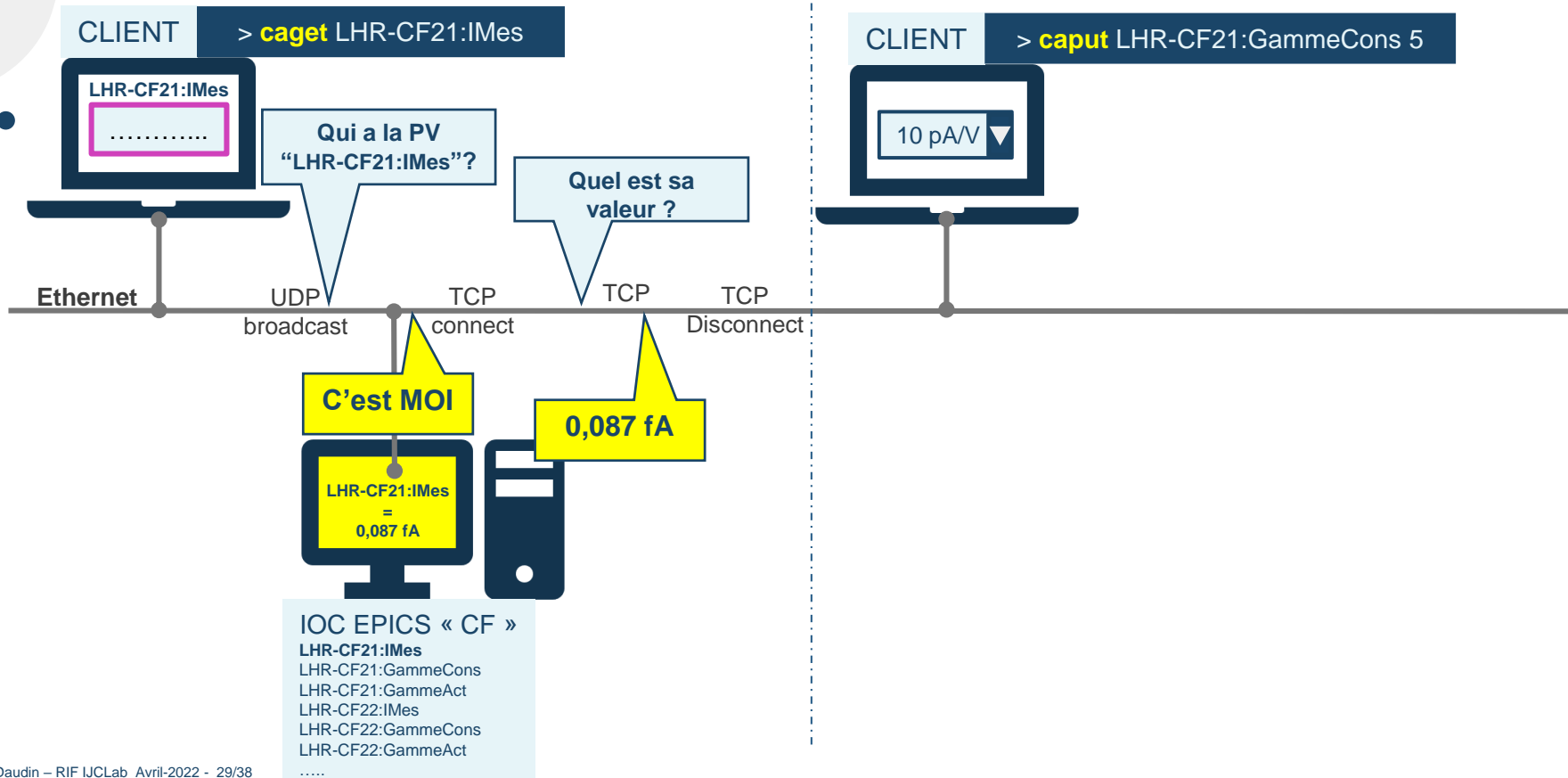
Principe de CA



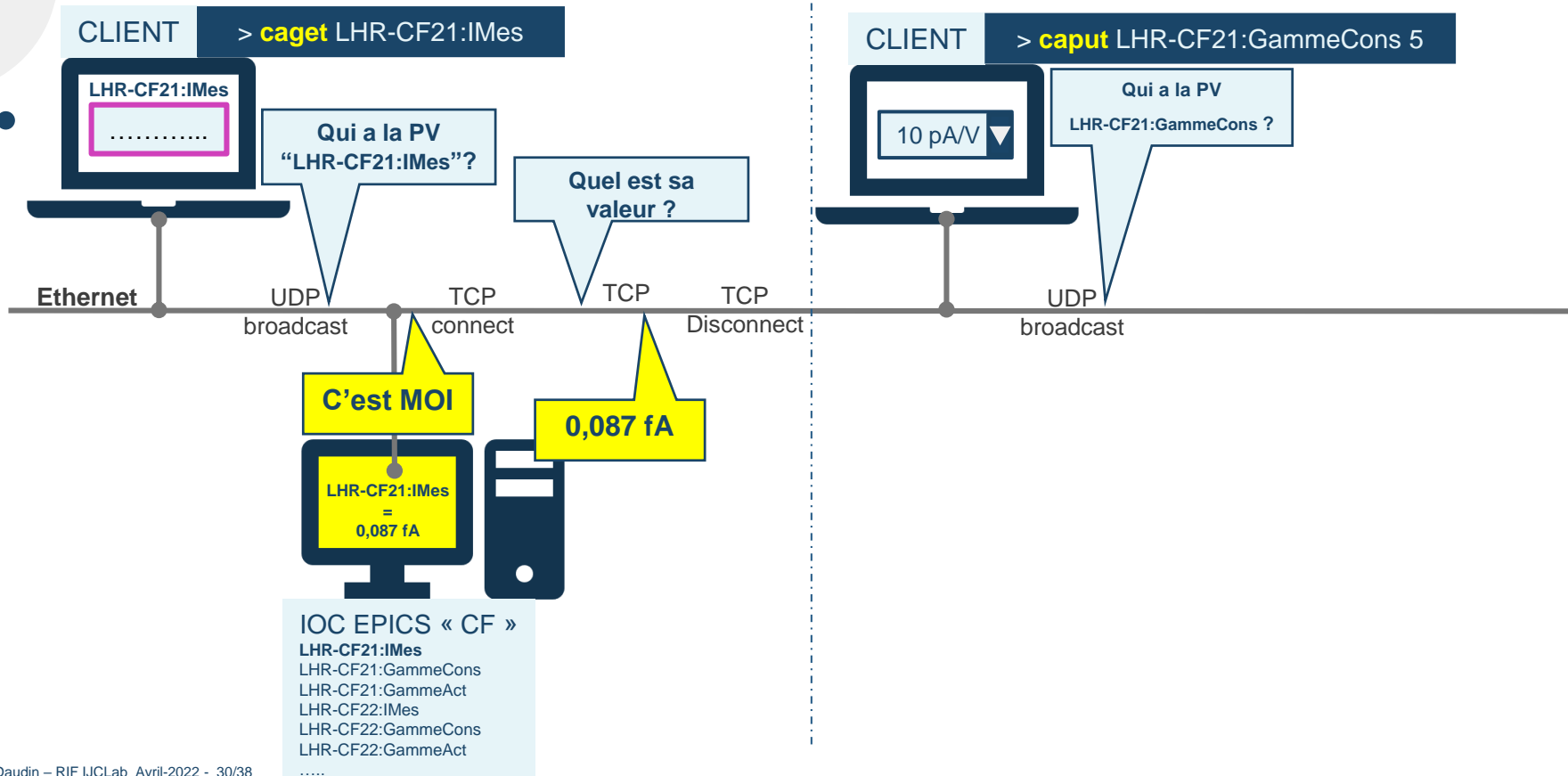
IOC EPICS « CF »

- LHR-CF21:IMes
- LHR-CF21:GammeCons
- LHR-CF21:GammeAct
- LHR-CF22:IMes
- LHR-CF22:GammeCons
- LHR-CF22:GammeAct
-

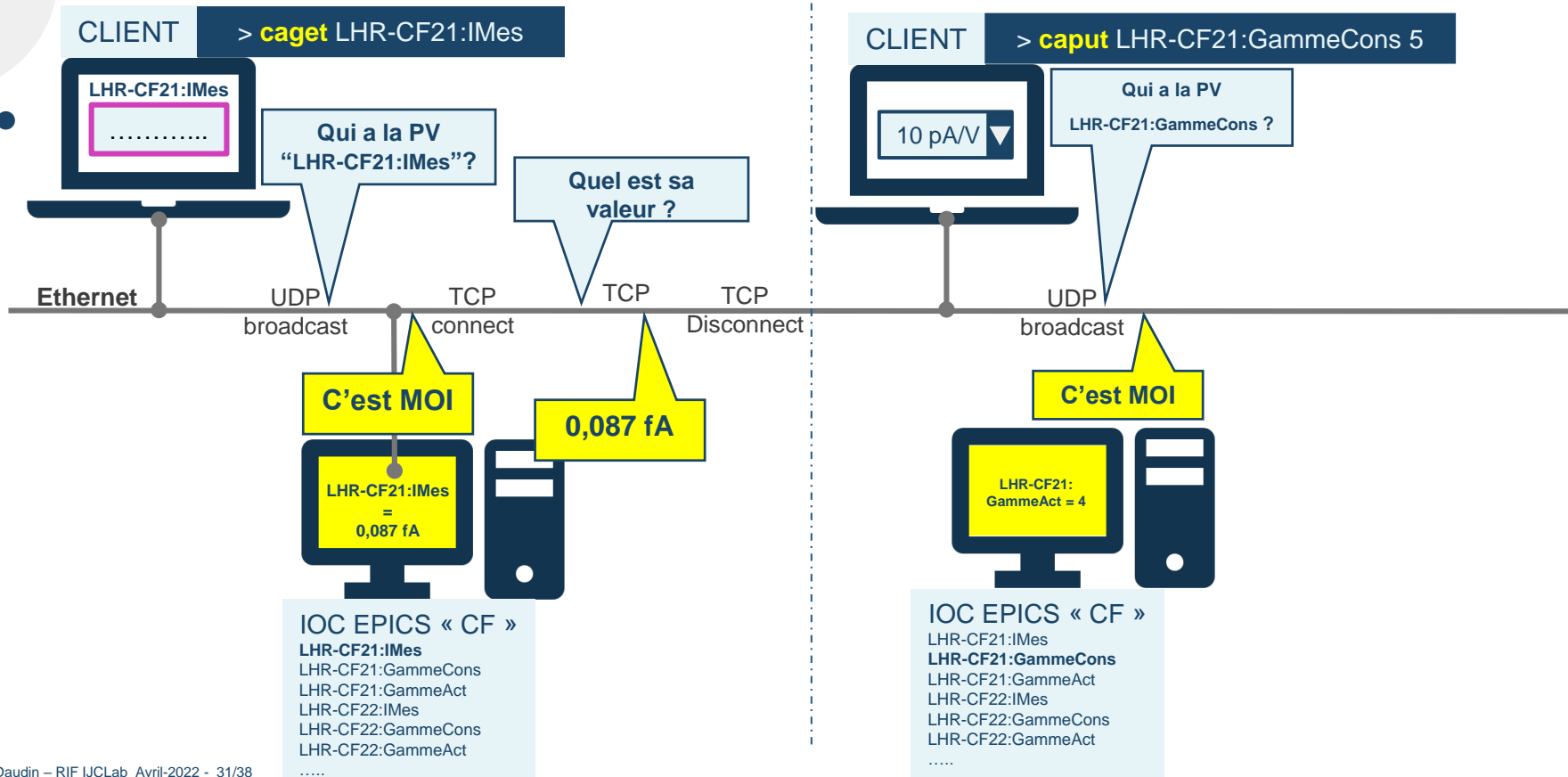
Principe de CA



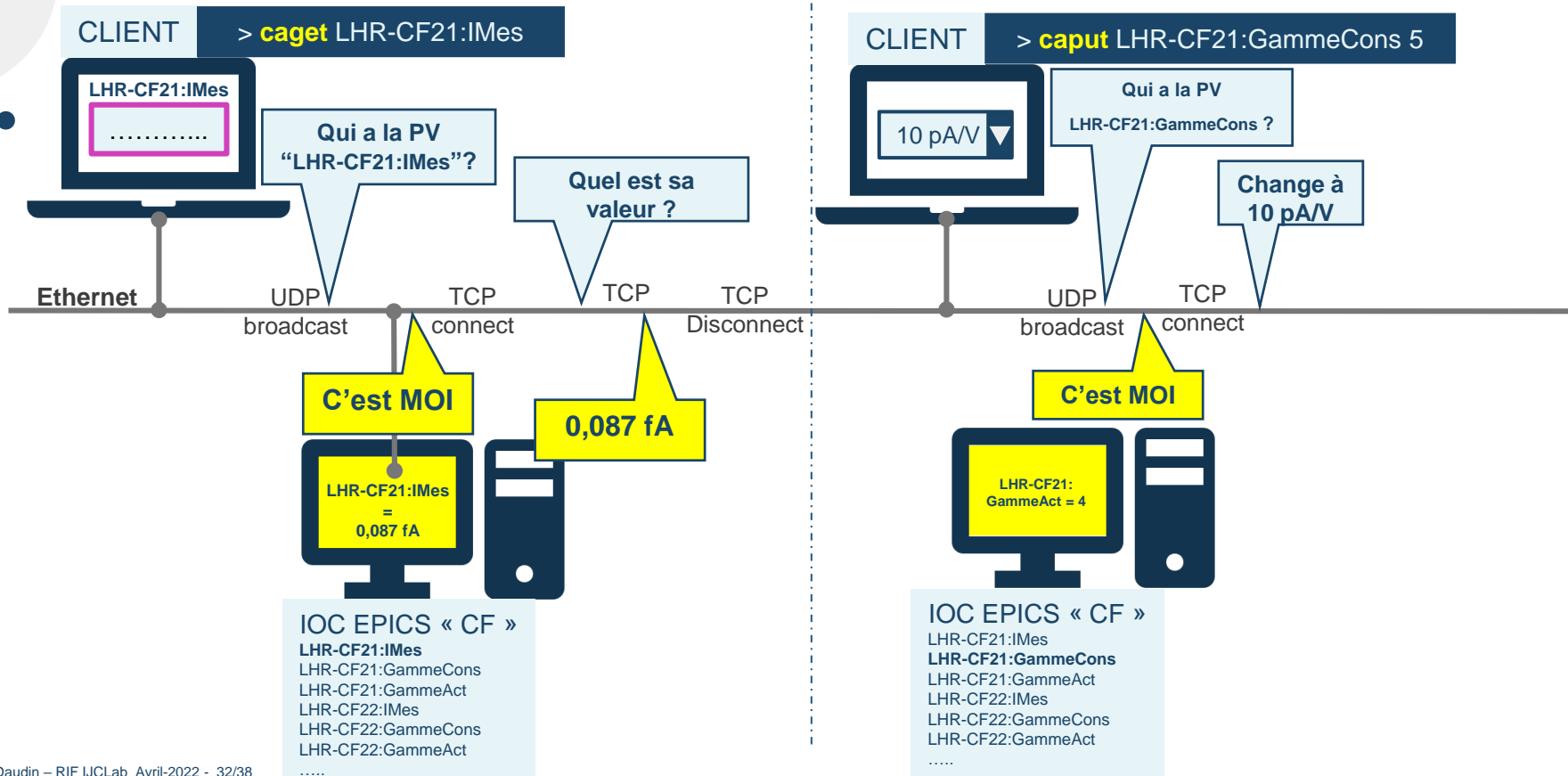
Principe de CA



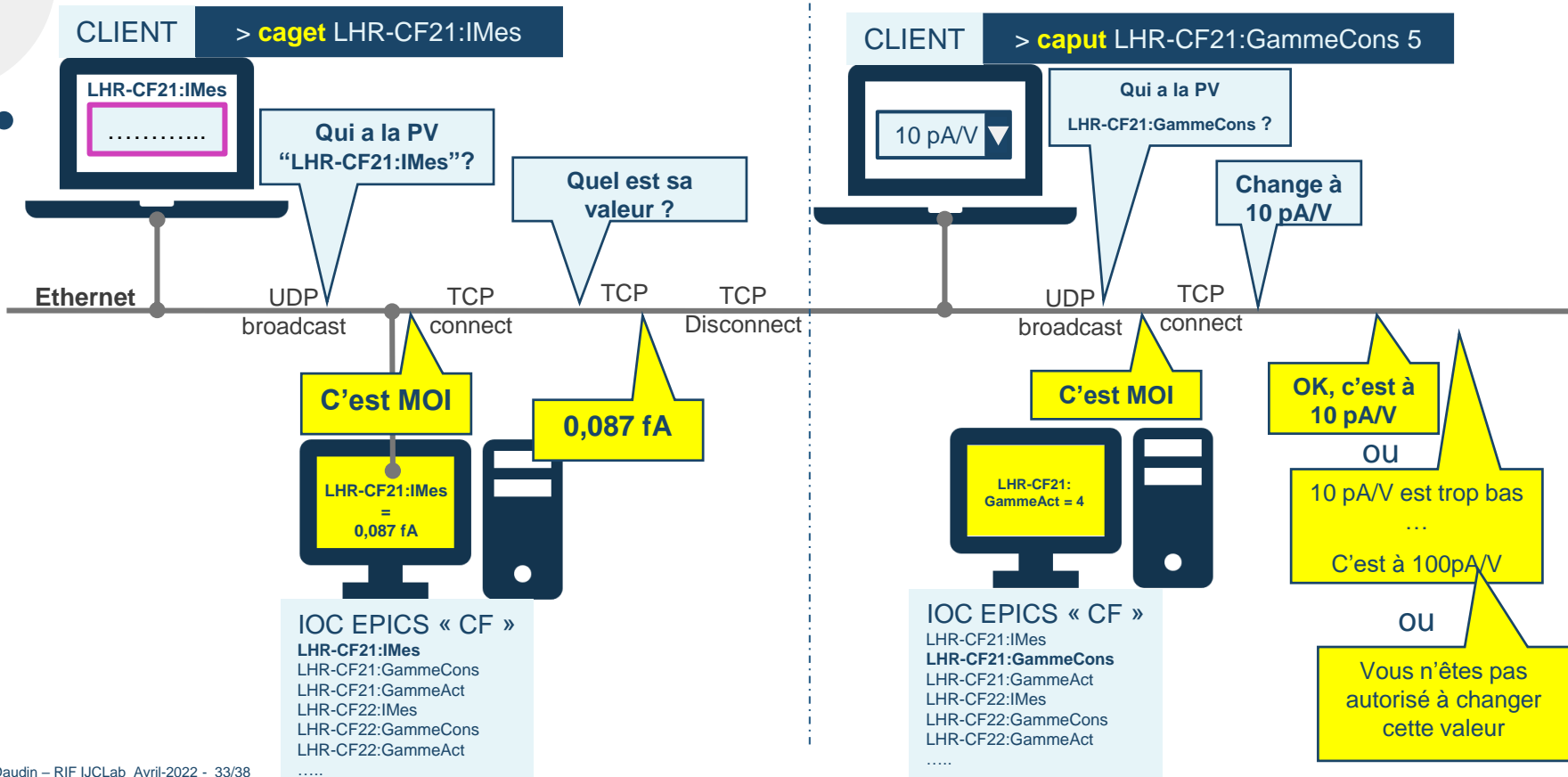
Principe de CA



Principe de CA

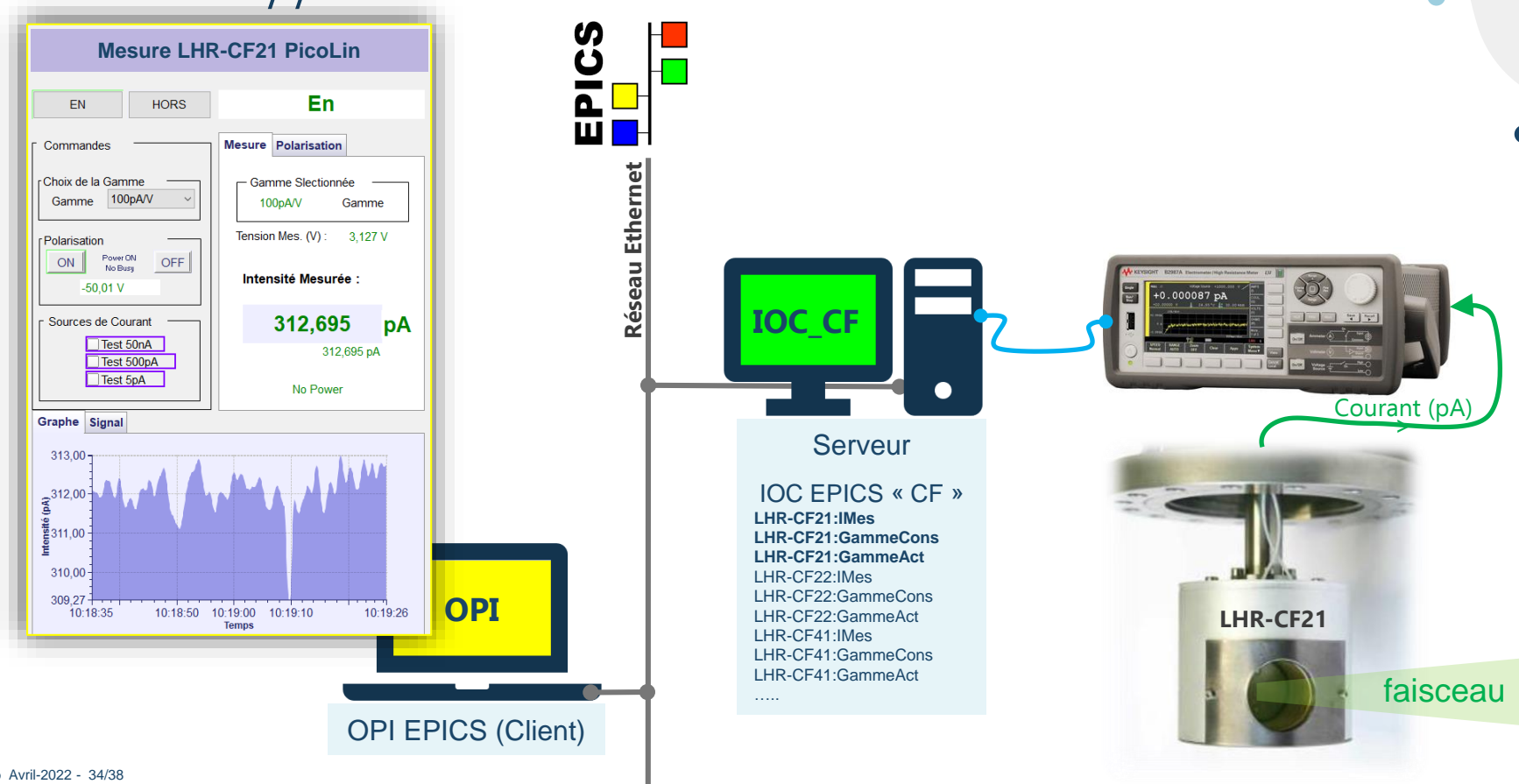


Principe de CA

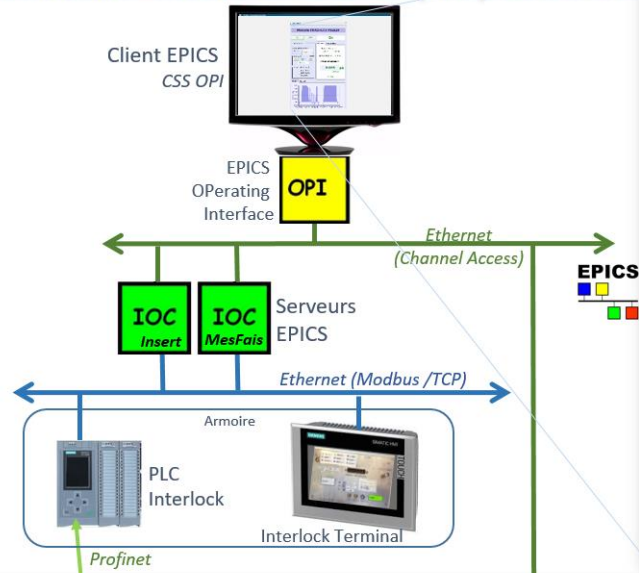


C/C EPICS

Application : mesure d'intensité Faisceau



Ctrl-Cde « CF-PicoLin » HRS solution adoptée pour DESIR



Mesure LHR-CF21 PicoLin

EN HORS **En**

Commandes

Choix de la Gamme
Gamme 100pAV

Polarisation
ON Power ON No Busy OFF
-50,01 V

Sources de Courant
Test 50nA
Test 500pA
Test 5pA

Mesure Polarisation

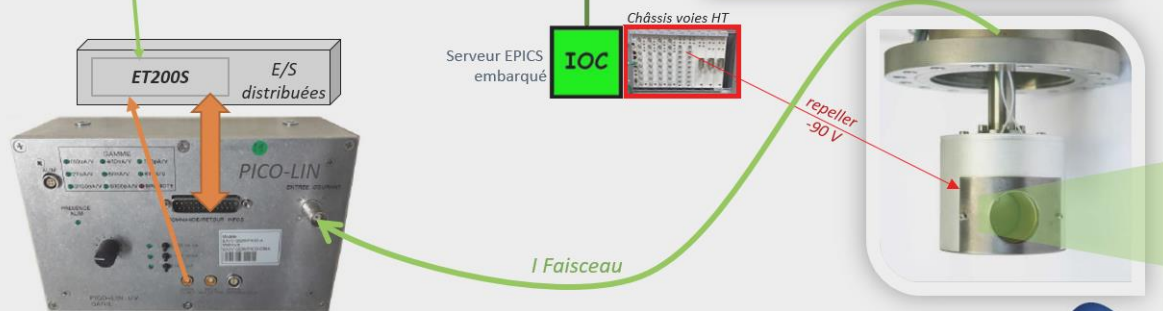
Gamme Sélectionnée
100pAV Gamme

Tension Mes. (V) : 3,127 V

Intensité Mesurée :
312,695 pA
312,695 pA
No Power

Graphes Signal

LIGNE de FAISCEAU



CF « Femto » pour Bunch : Acquisition & Ctrl-Cde EPICS



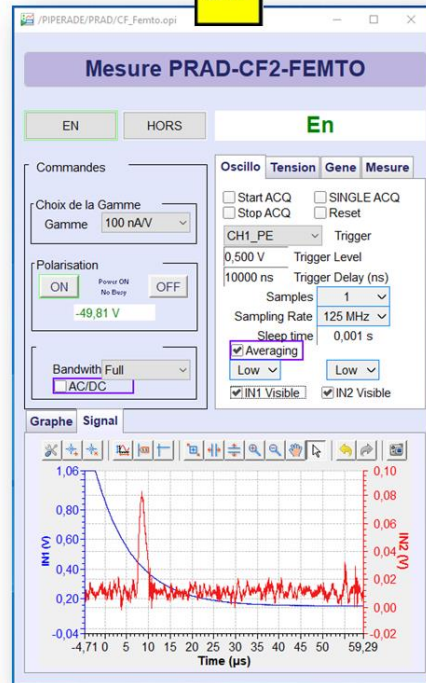
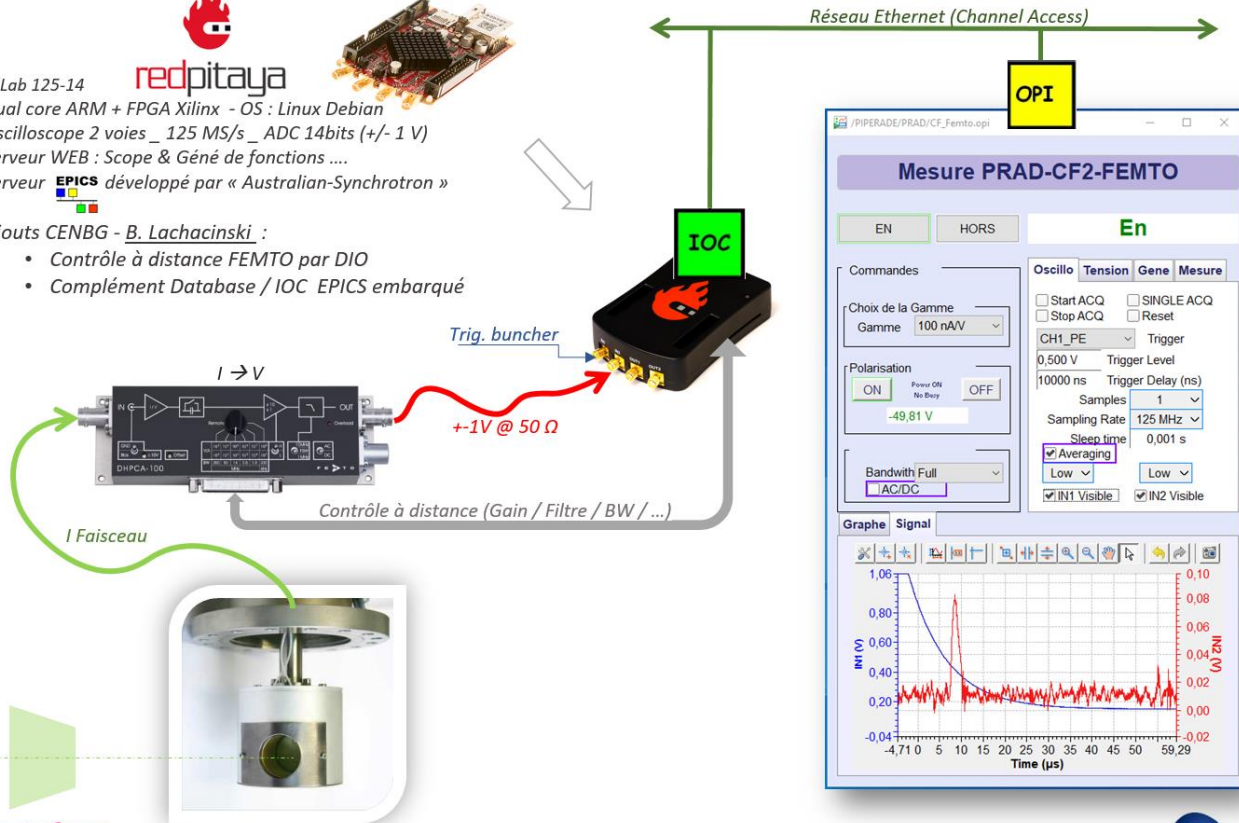
redpitaya



STEMLab 125-14

- Dual core ARM + FPGA Xilinx - OS : Linux Debian
- Oscilloscope 2 voies_ 125 MS/s_ ADC 14bits (+/- 1 V)
- Serveur WEB : Scope & Génér de fonctions ...
- Serveur EPICS développé par « Australian-Synchrotron »

- Ajouts CENBG - B. Lachacinski :
 - Contrôle à distance FEMTO par DIO
 - Complément Database / IOC EPICS embarqué



Diagnostics faisceaux DESIR @ CENBG



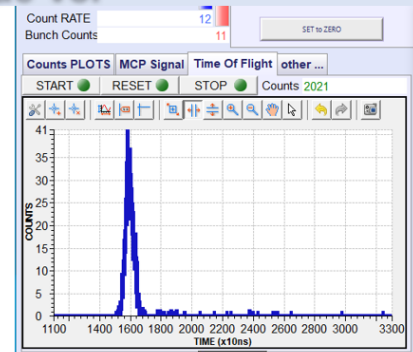
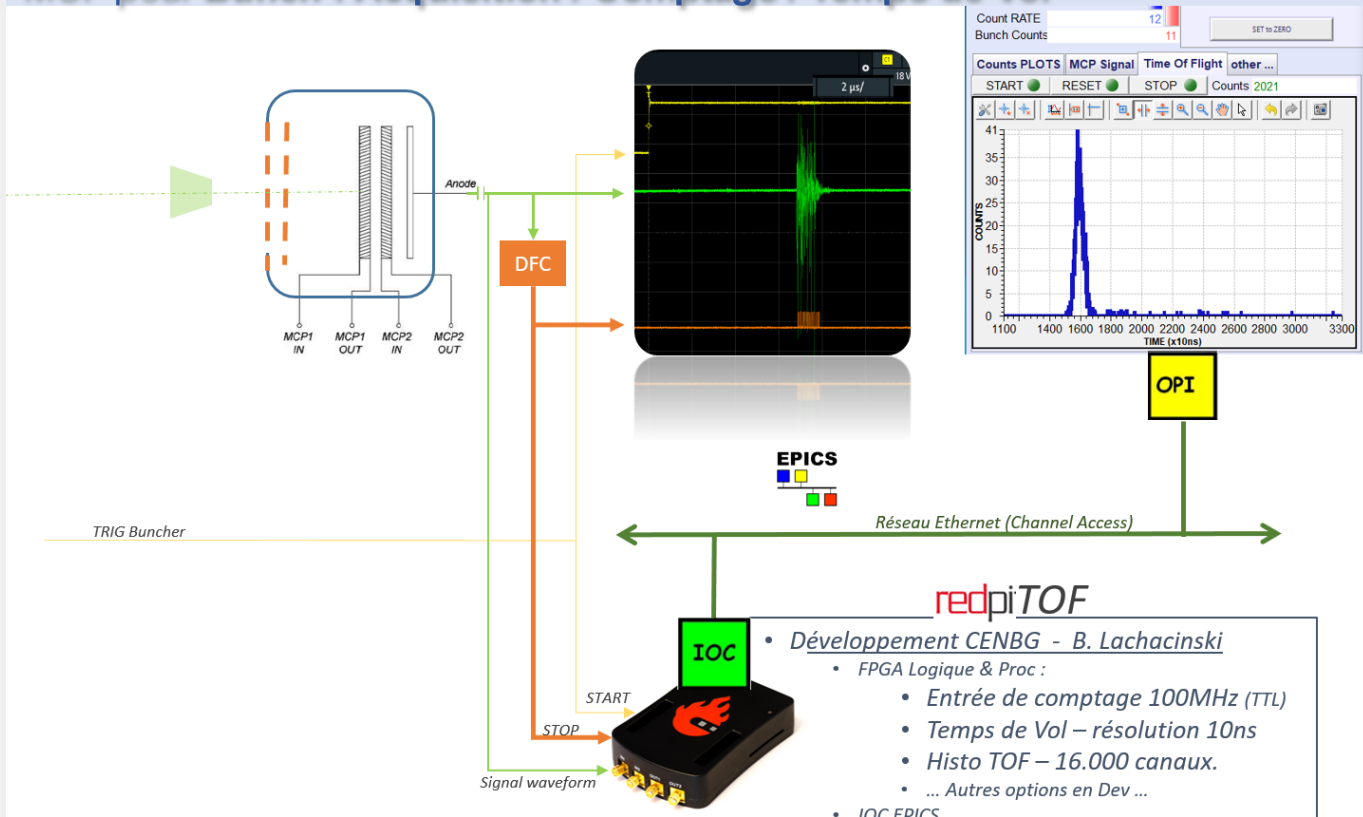
Laurent Daudin



Réseaux Instrumentation Faisceau - Avril 2021

26

MCP pour *Bunch* : Acquisition / Comptage / Temps de Vol



OPI

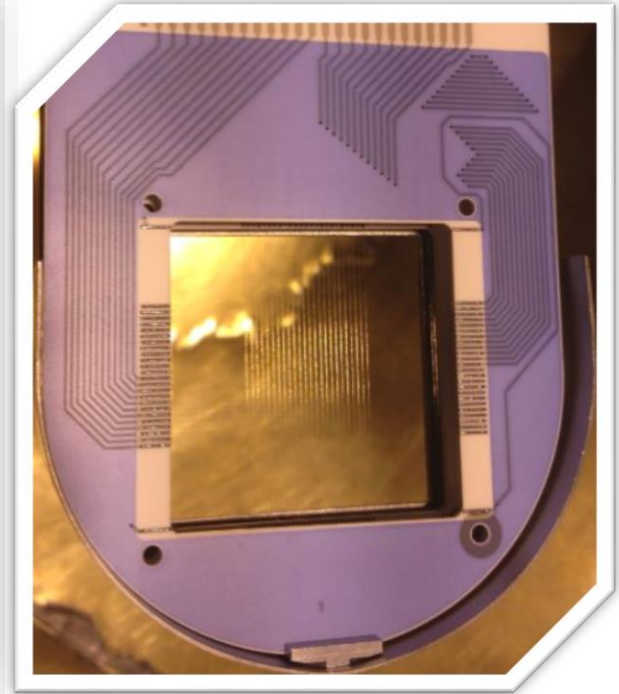
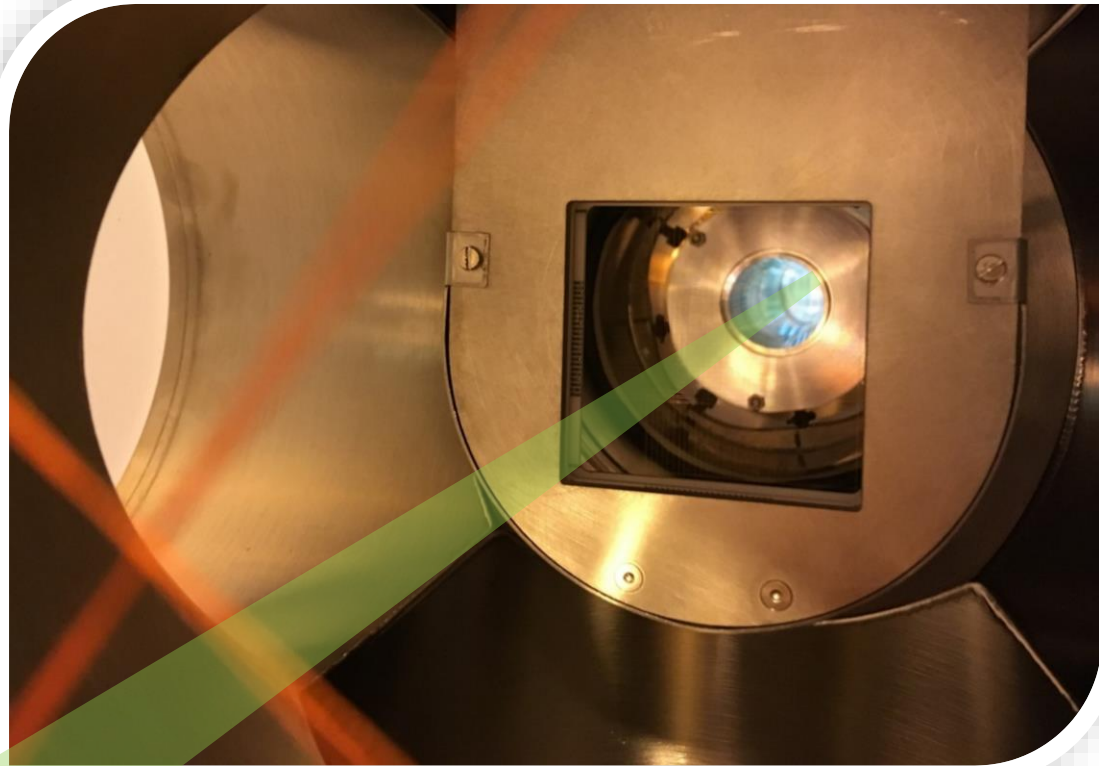
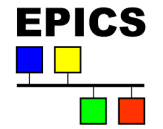
EPICS

Réseaux Ethernet (Channel Access)

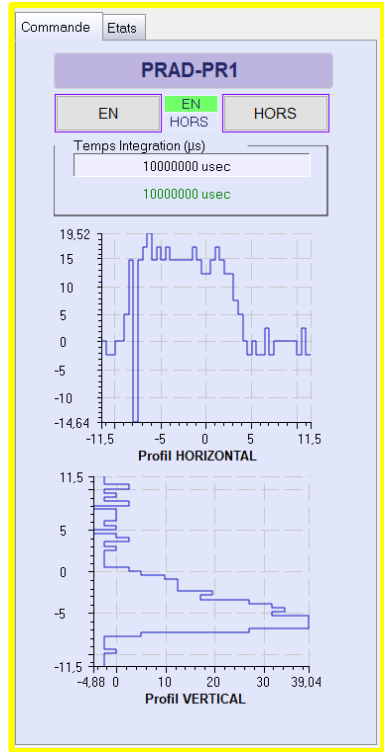
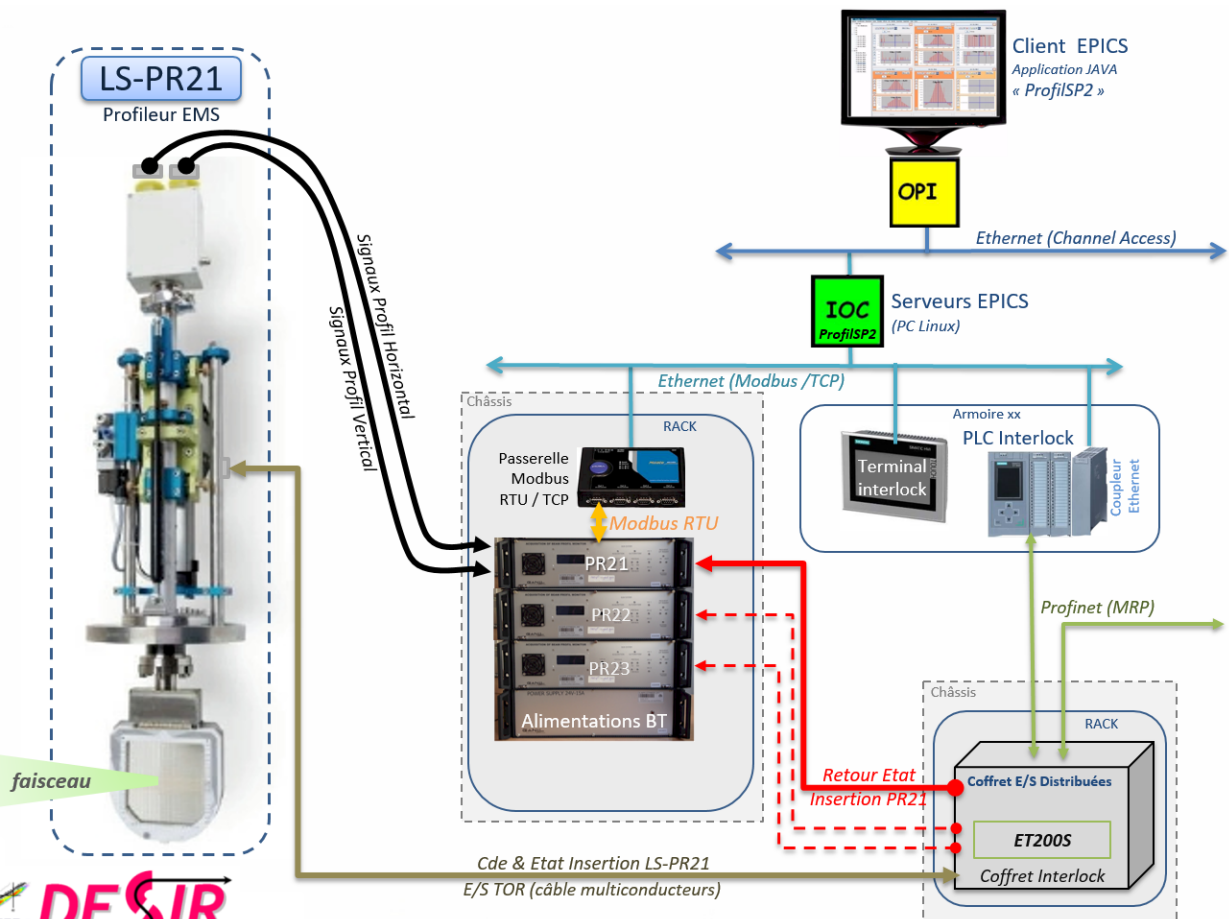
redpiTOF

- Développement CENBG - B. Lachacinski
 - FPGA Logique & Proc :
 - Entrée de comptage 100MHz (TTL)
 - Temps de Vol – résolution 10ns
 - Histo TOF – 16.000 canaux.
 - ... Autres options en Dev ...
 - IOC EPICS
 - Taux comptage (total & /bunch)
 - START / STOP / RESET
 - Histogramme TOF
 - Aire TOF

Mesure de profil transverse d'un faisceau par PRrofileur EMS (PR)

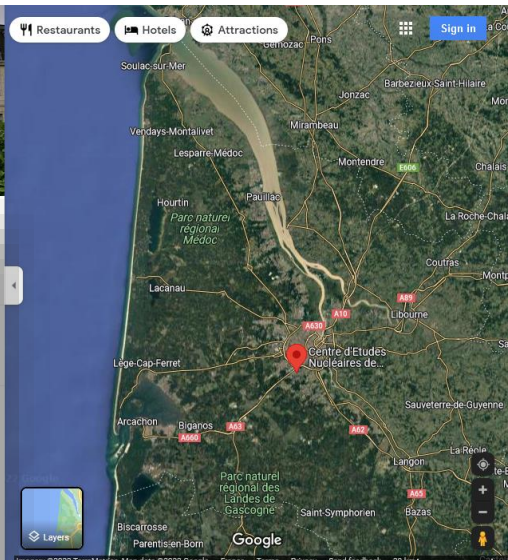


PROFILEUR : *Electronique, Automatisation et Ctrl-Cde*



• **Merci !**

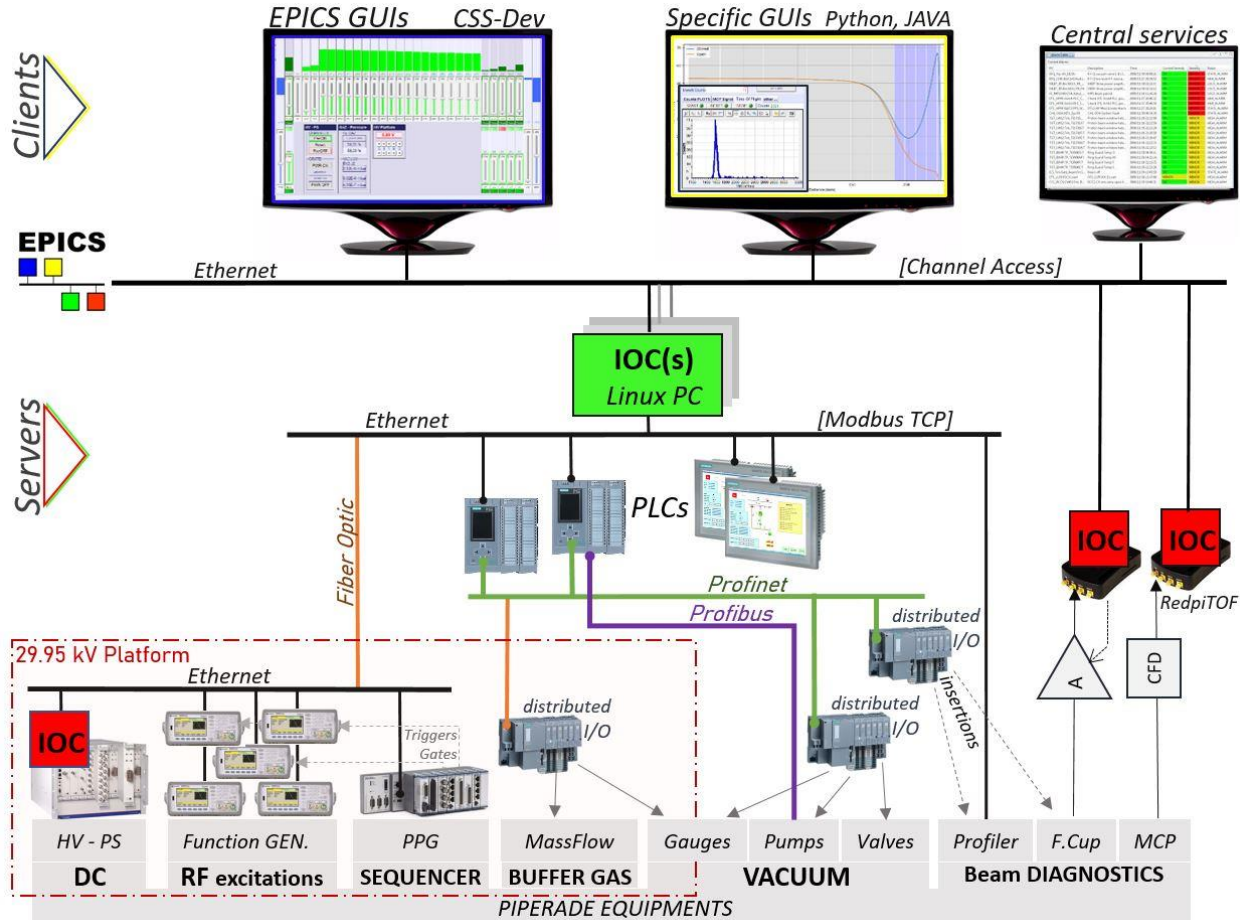
Des questions ?



RDV à la prochaine
réunion annuelle
RIF 2023 au



Architecture C/C PIPERADE



IOC Database & Records : Définition des PV

Database d'un IOC : ensemble de Records

~~Rien à voir avec une Base de donnée relationnelle de type SQL ...~~

➤ C'est le Cœur de chaque IOC :

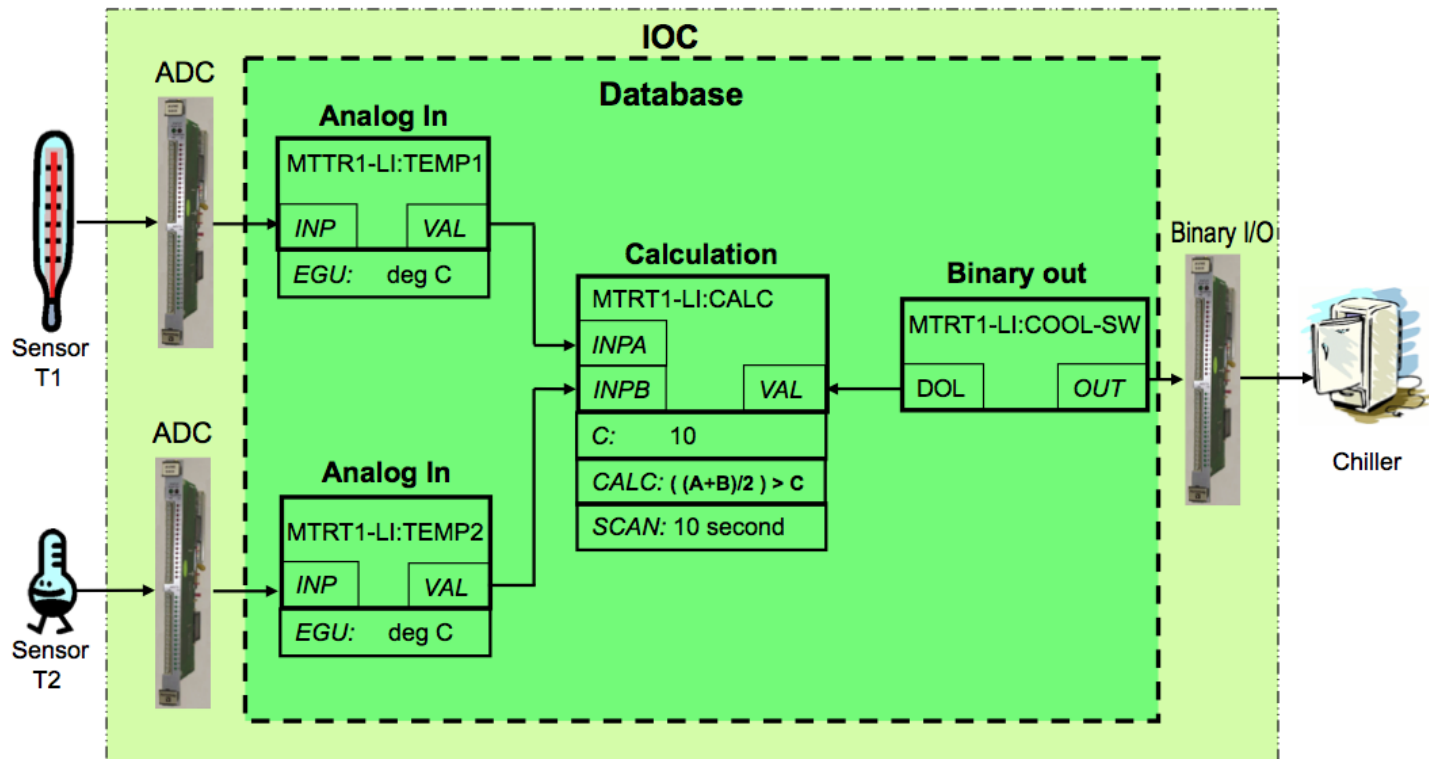
- Définie l'ensemble des Records que l'IOC va produire / gérer ... ensemble de PV(s) de l'IOC
- Chaque Record est d'un TYPE défini (ai, ao, calc, bi, bo, ...)
- Métadonnées (propriétés / **Fields**) définies dans chaque Record (certaines dépendent du TYPE)

Exemple :

```
record(ao, "PRAD-CF03-HT:VCons")      # type = « Analog Output », nom = "PRAD-CF03-HT:VCons"
{
  field(DESC, "Consigne Polar HT")    # description
  field(SCAN, "1 second")              # record update rate : Exécution périodique toutes les secondes
  field(DTYP, "ALIM_HT_ISEG")         # Device type : « Driver » d'une Alimentation HT ISEG
  field(OUT, "#C1 S4")                # output channel
  field(PREC, "1")                    # display precision
  field(EGU, "V")                     # engineering units
  field(HOPR, "100")                  # highest value on GUI
  field(LOPR, "0")                    # lowest value on GUI
  field(HIGH, "95")                   # High alarm limit
  field(HSV, "MINOR")                 #Severity of "high" alarm
}
```

Attributs / Propriétés utilisés par les Clients (OPI) : PRAD-CF03-HT:Vcons.EGU = « V »

Exemple d'IOC : Groupe Froid



Extrait de : https://docs.epics-controls.org/en/latest/guides/EPICS_Intro.html

