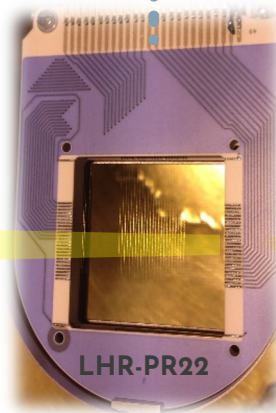
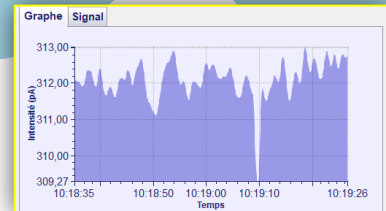
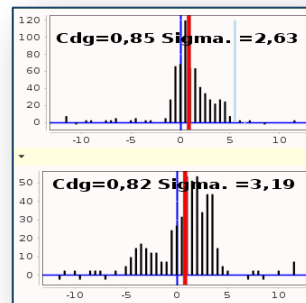
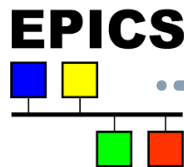


Introduction au système de C/C **EPICS**

*... application aux
diagnostics faisceau*



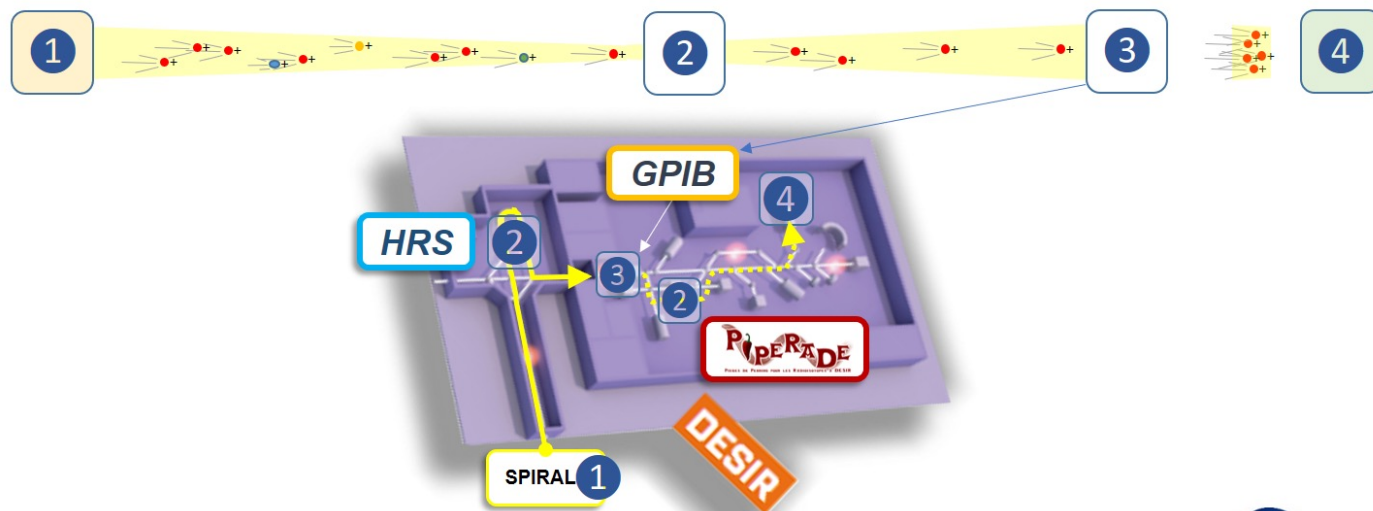
Laurent DAUDIN



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**



université
de **BORDEAUX**

Diagnostics faisceaux DESIR @ CENBG

Pouvoir de résolution HRS :

$$\frac{m}{FWHM} \text{ de } 2,5 \cdot 10^4$$


Laurent Daudin

Pouvoir de résolution PIPERADE :

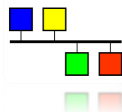
$$\frac{m}{FWHM} \text{ de } 10^5 \text{ à } 10^7 \text{ (phase imaging)}$$

 **IN2P3**
Les deux infinis

7 Mai 2021 - 10

Faisceaux **DESIR** ...

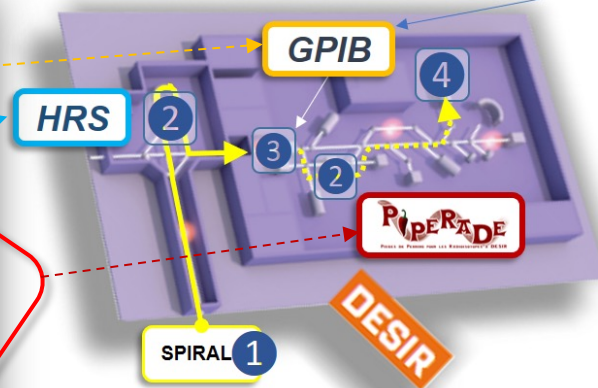
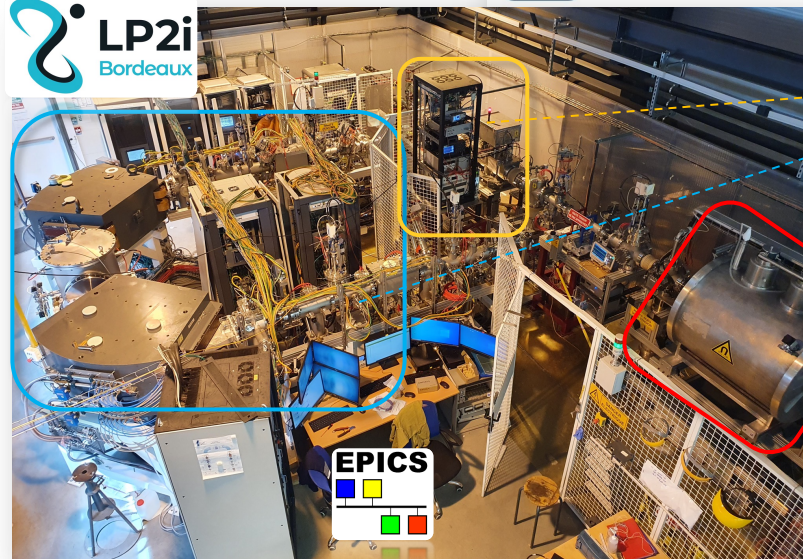
EPICS



- ✓ 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

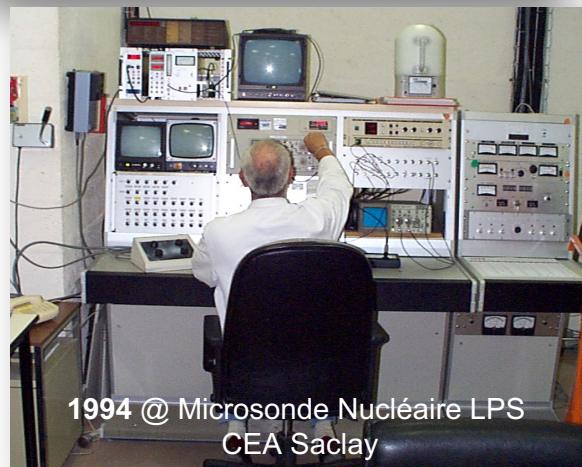



Laurent Daudin

 **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

EPICS



Exemple d'outil logiciel EPICS :

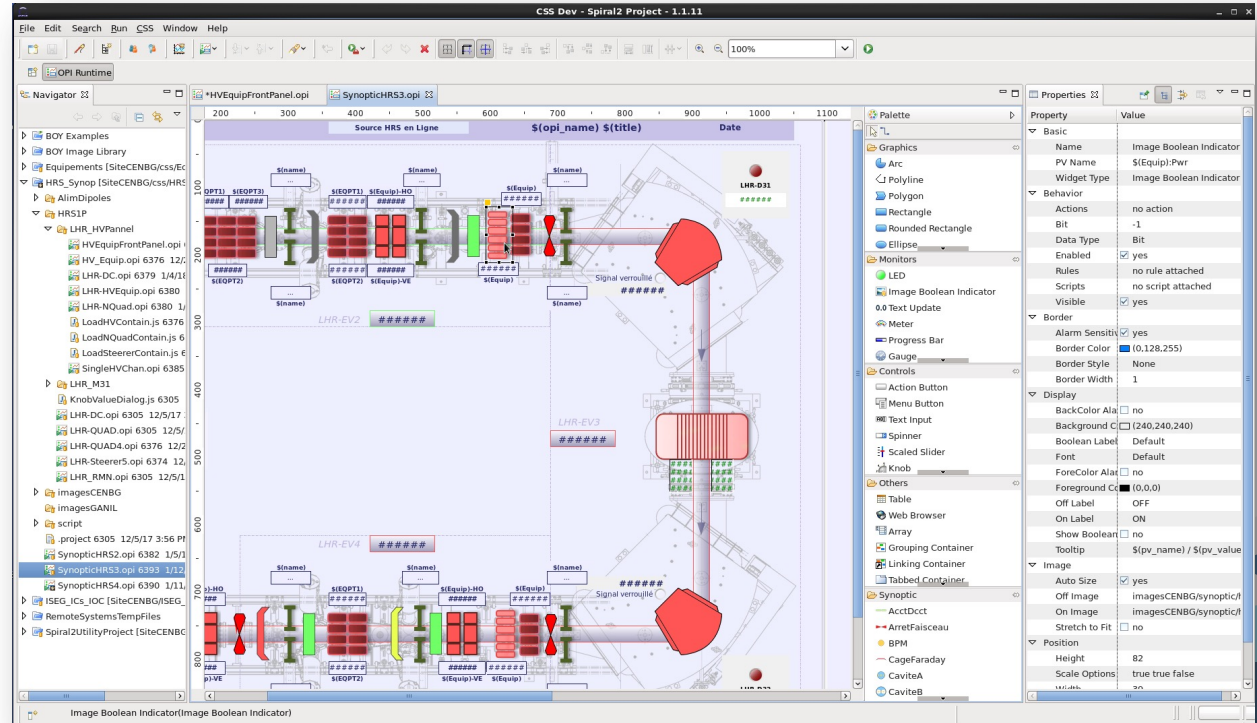
CSS

« Control System Studio »

utilisé pour
la création des
OPI

« Operating Interface »

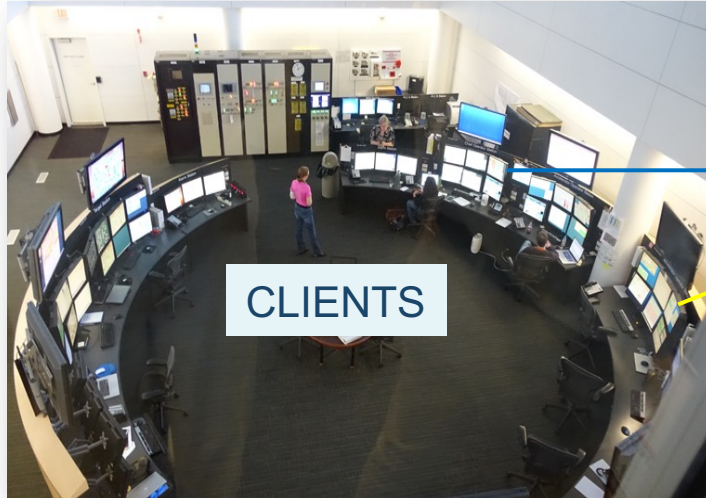
Version GANIL : « CSS-DEV »



Qu'est-ce qu'EPICS ?

3

Une Architecture « CLIENT – SERVEUR » de C/C



CLIENTS

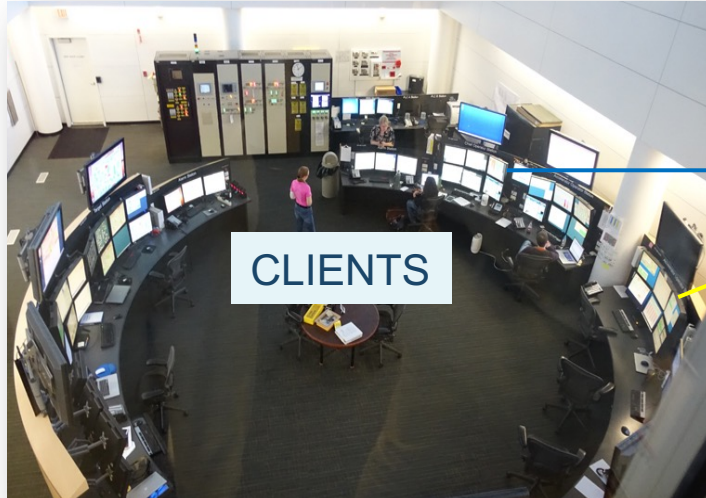
EPICS

Réseau Ethernet



Qu'est-ce qu'EPICS ?

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

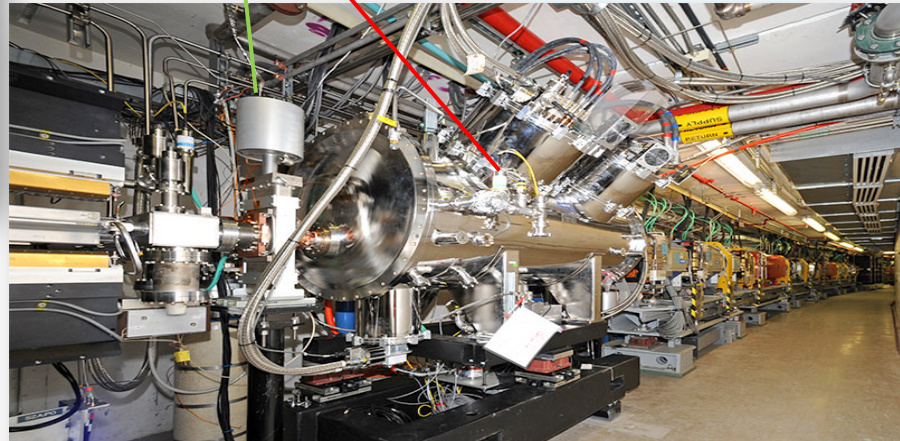


CLIENTS

EPICS

Réseau Ethernet

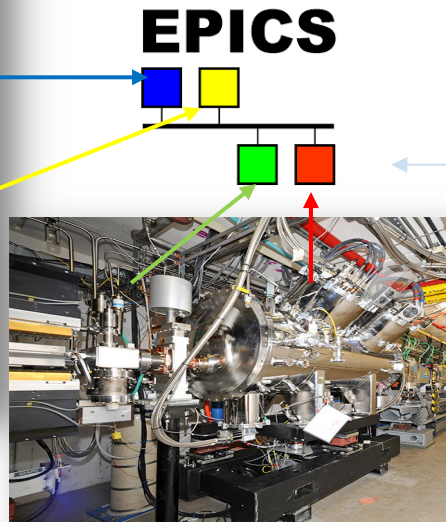
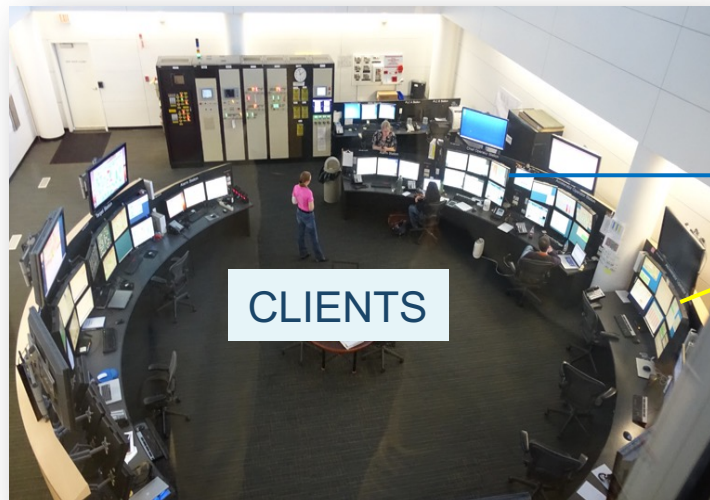
SERVEURS



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

Qu'est-ce qu'EPICS ?

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



SERVEURS

IOC (*Input Output Controller*)

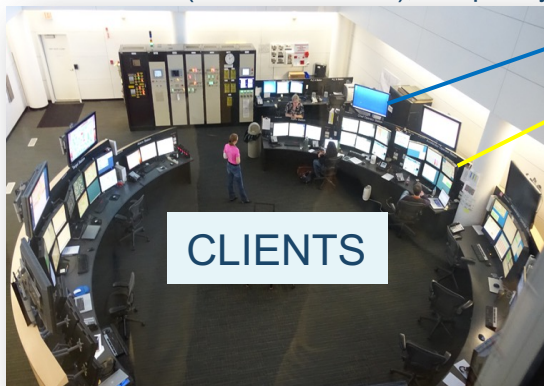
- ❑ Communiquent avec le « monde réel »
- ❑ Génèrent des **PV** *Process Variable*
- ❑ Partagent ces PV sur le réseau
- ❑ HW : PC (**Linux**, Windows), VME (**vxWorks**), μ TCA, RaspberryPi ...

Qu'est-ce qu'EPICS ?

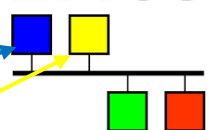
3. Une Architecture « CLIENT – SERVEUR » de C/C

OPI (*OP*erating *I*nterface)

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



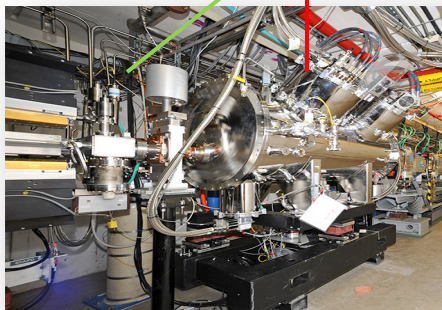
EPICS



SERVEURS

IOC (*I*ntput *O*utput *C*ontroller)

- ❑ 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 ...

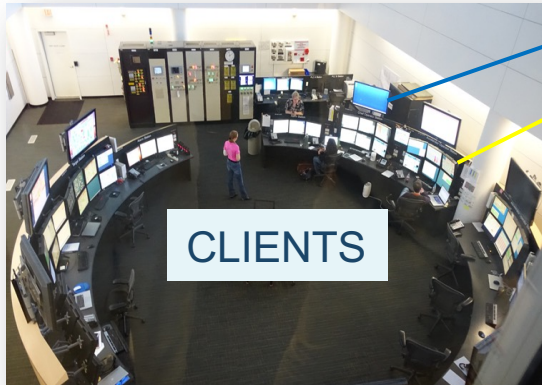


Qu'est-ce qu'EPICS ?

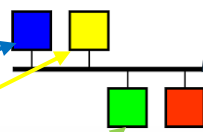
3. Une Architecture « CLIENT – SERVEUR » de C/C

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



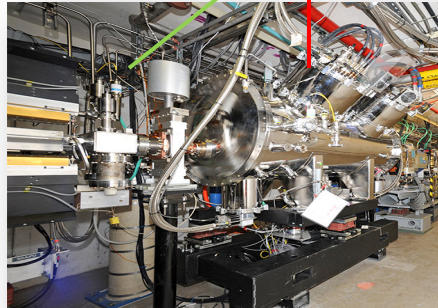
Réseau Ethernet

- ❑ Partage de (milliers) de **PV**
- ❑ Protocole : **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

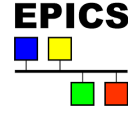
EPICS

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



Principe d'un IOC

exemple : mesure d'intensité Faisceau

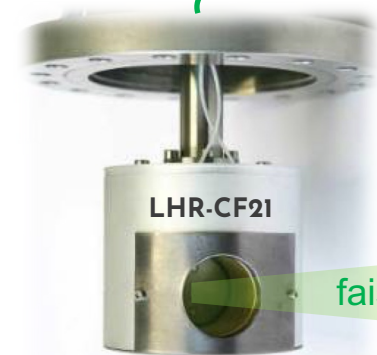


IOC EPICS
(Serveur)

Ethernet



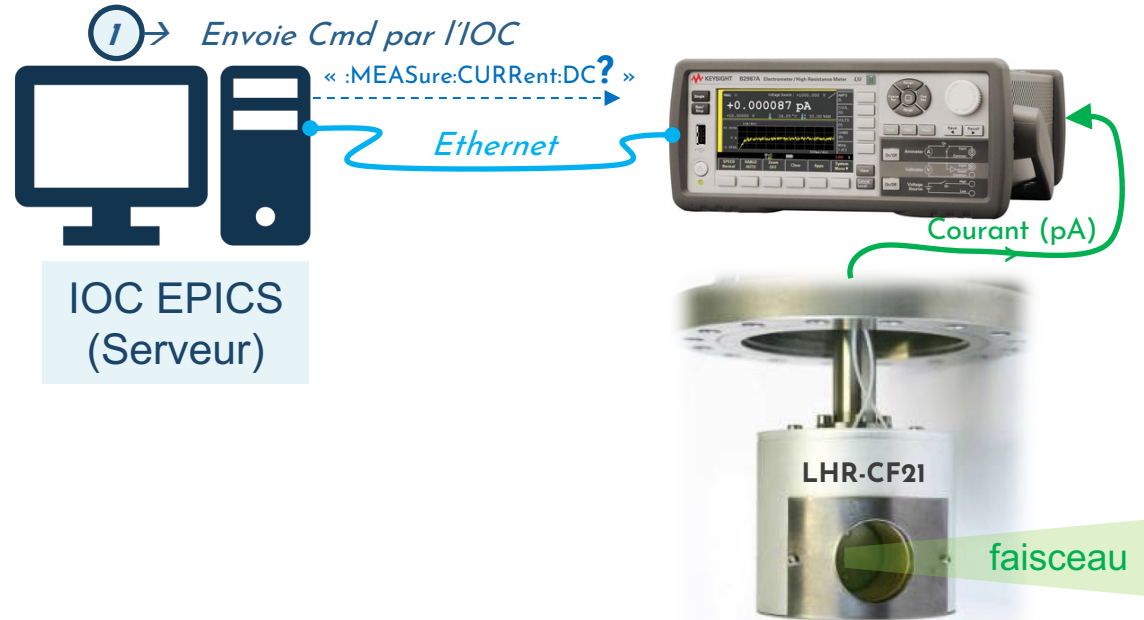
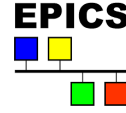
Courant (pA)



faisceau

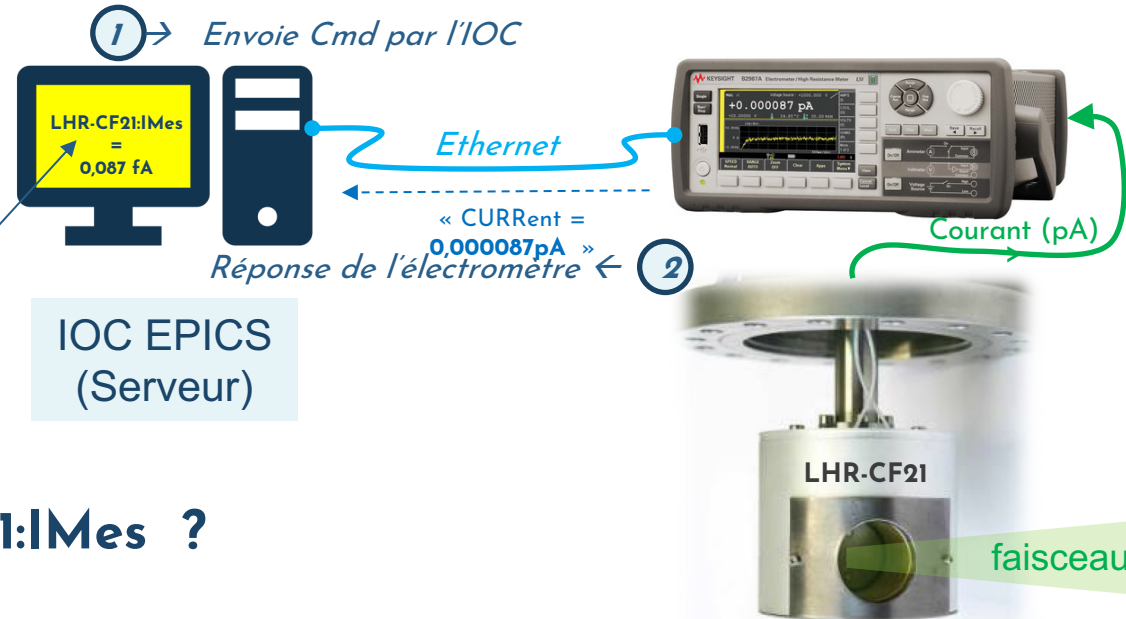
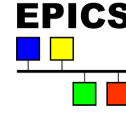
Principe d'un IOC

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 : *P*rocess *V*ariable

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

LHR-CF21:IMes

- **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)

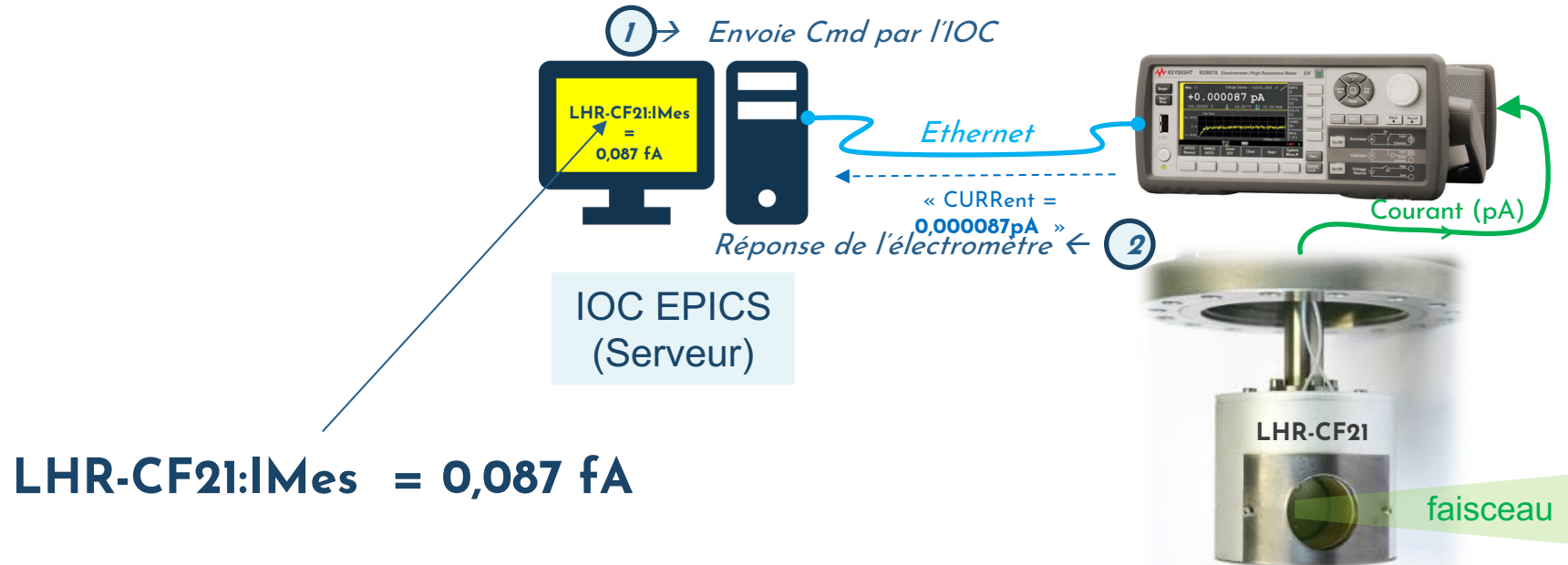
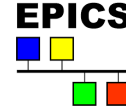
➤ **Engineering UNIT Designation** (e. g. degrees, mm, MW)

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

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

Principe d'un IOC

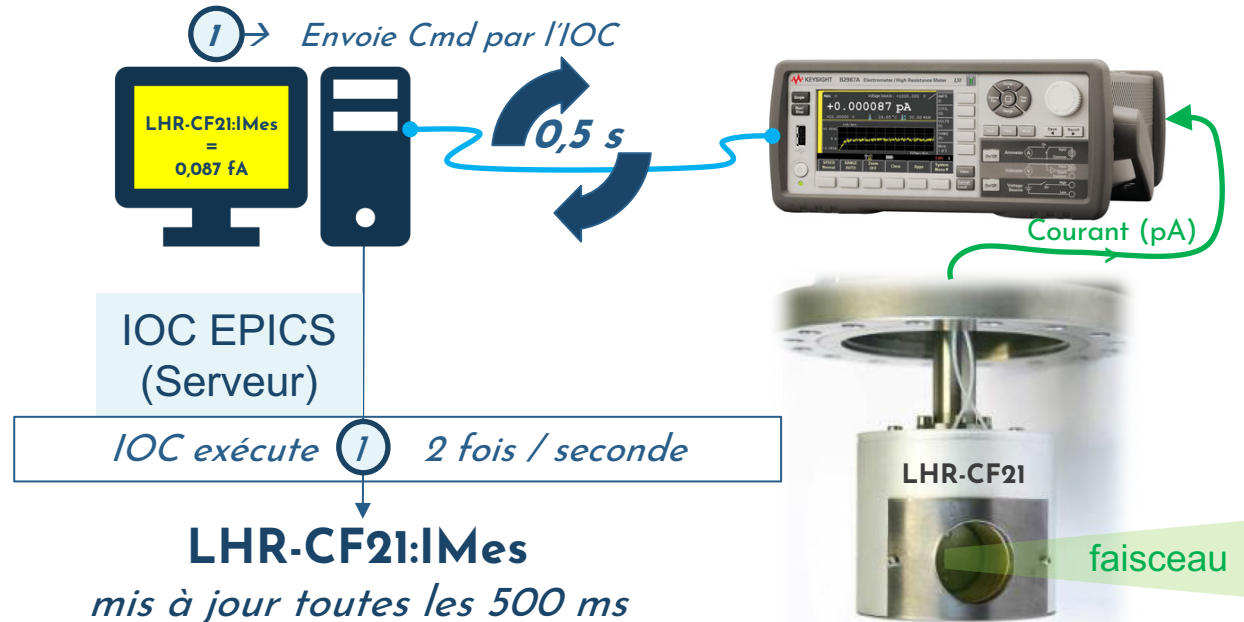
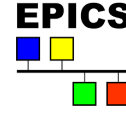
exemple : mesure d'intensité Faisceau



LHR-CF21:IMes = 0,087 fA

Principe d'un IOC

exemple : mesure d'intensité Faisceau

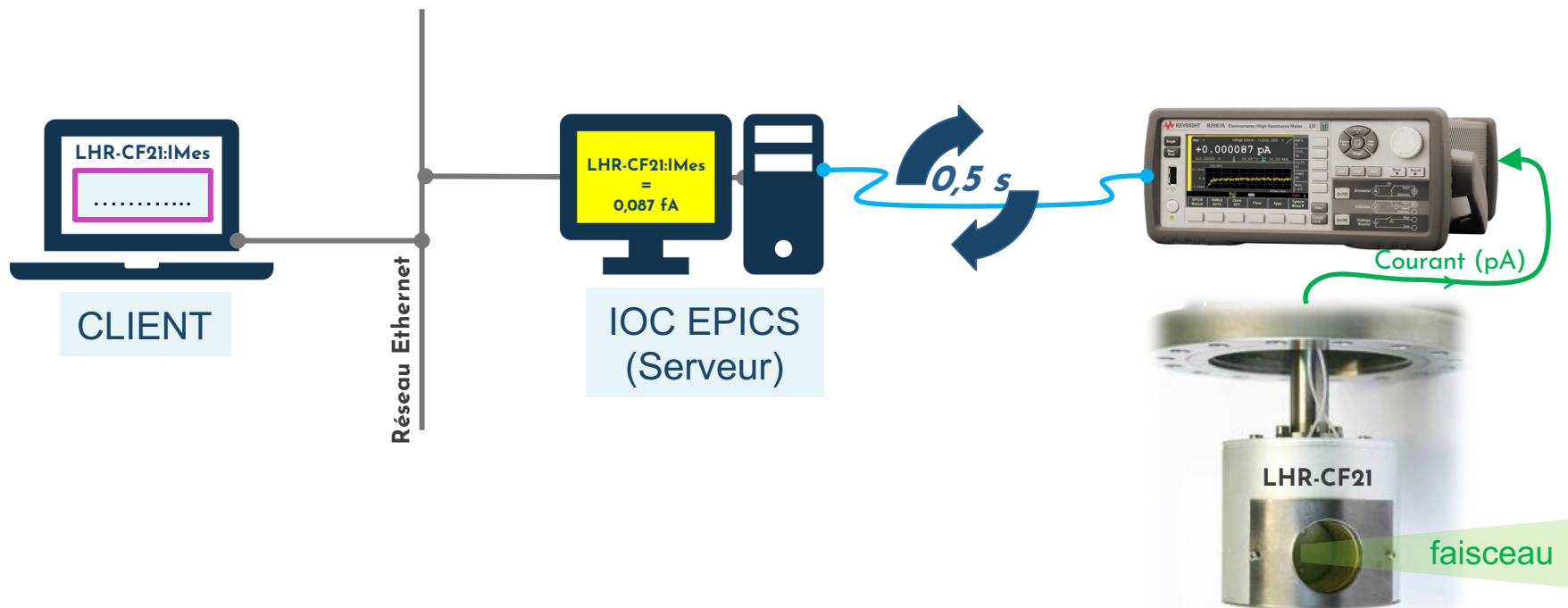


Principe d'une OPI

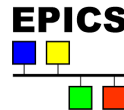
EPICS



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

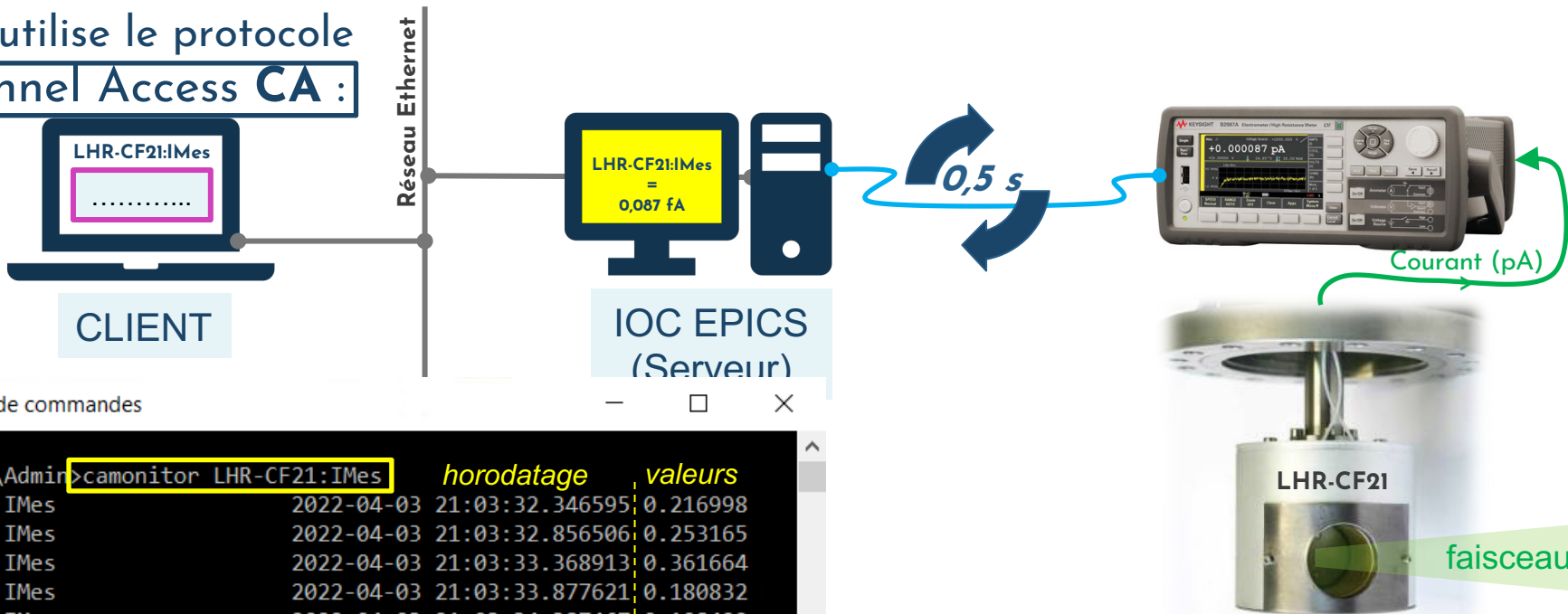


Principe d'une OPI **EPICS**



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 :

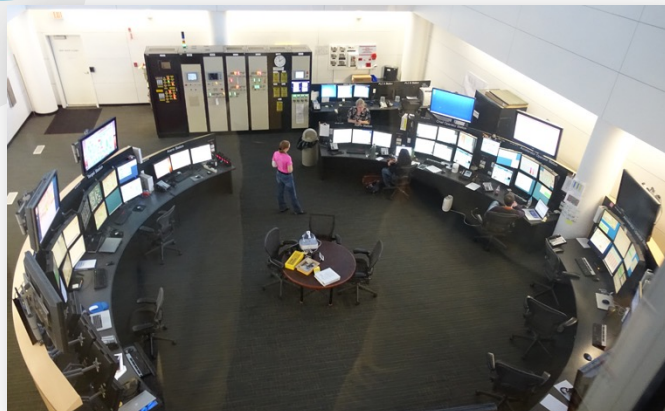


Invite de commandes

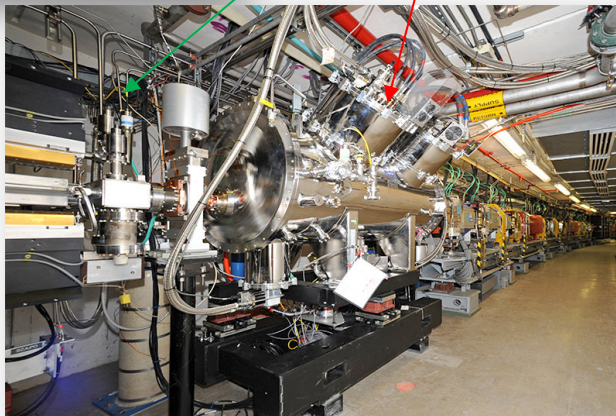
```
C:\Users\Admin>camonitor LHR-CF21:IMes horodatage valeurs
LHR-CF21:IMes 2022-04-03 21:03:32.346595 0.216998
LHR-CF21:IMes 2022-04-03 21:03:32.856506 0.253165
LHR-CF21:IMes 2022-04-03 21:03:33.368913 0.361664
LHR-CF21:IMes 2022-04-03 21:03:33.877621 0.180832
LHR-CF21:IMes 2022-04-03 21:03:34.387467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

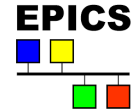
> **caget** LHR-CF21:IMes

LHR-CF21:IMes

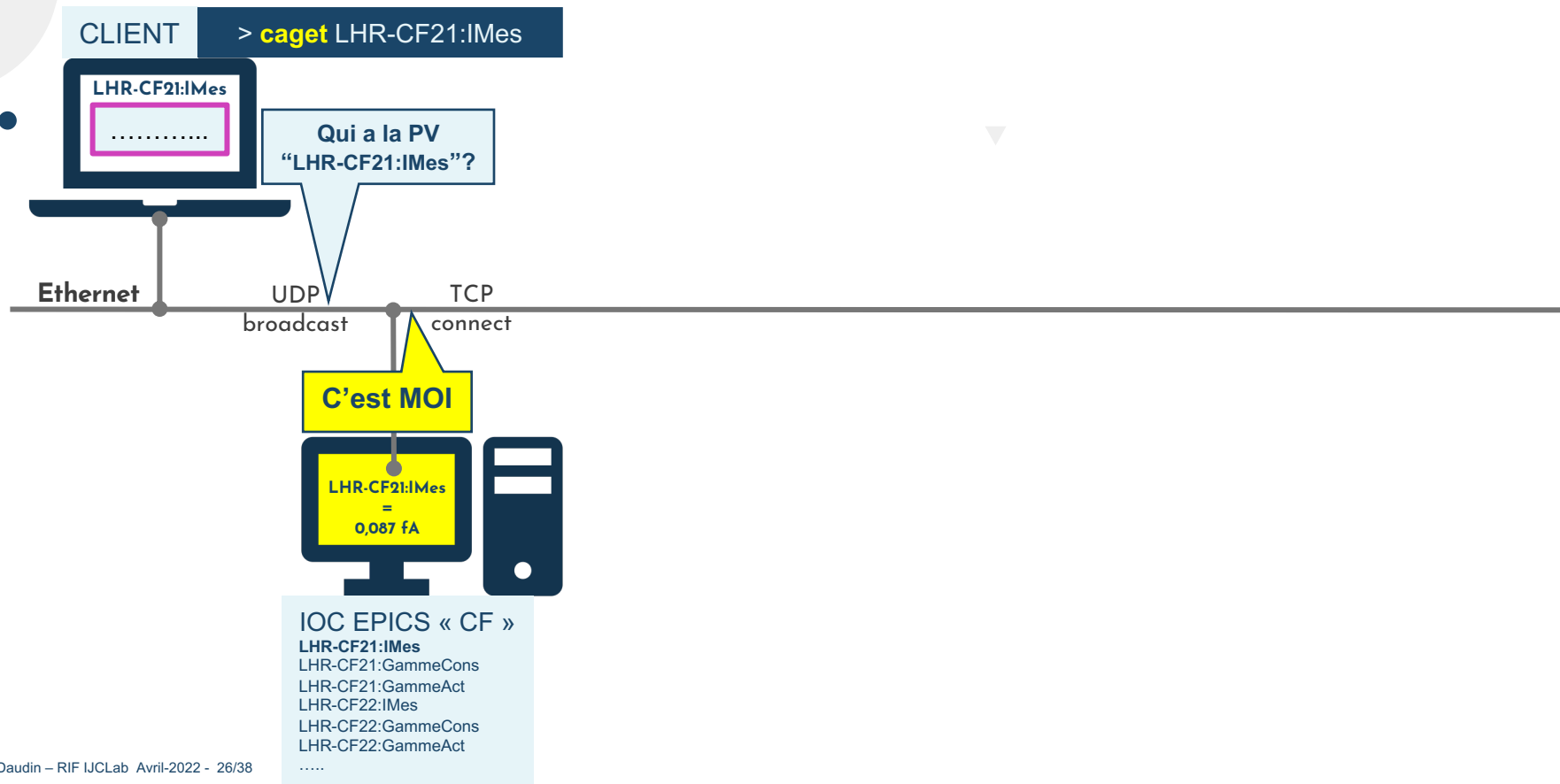
.....

Ethernet

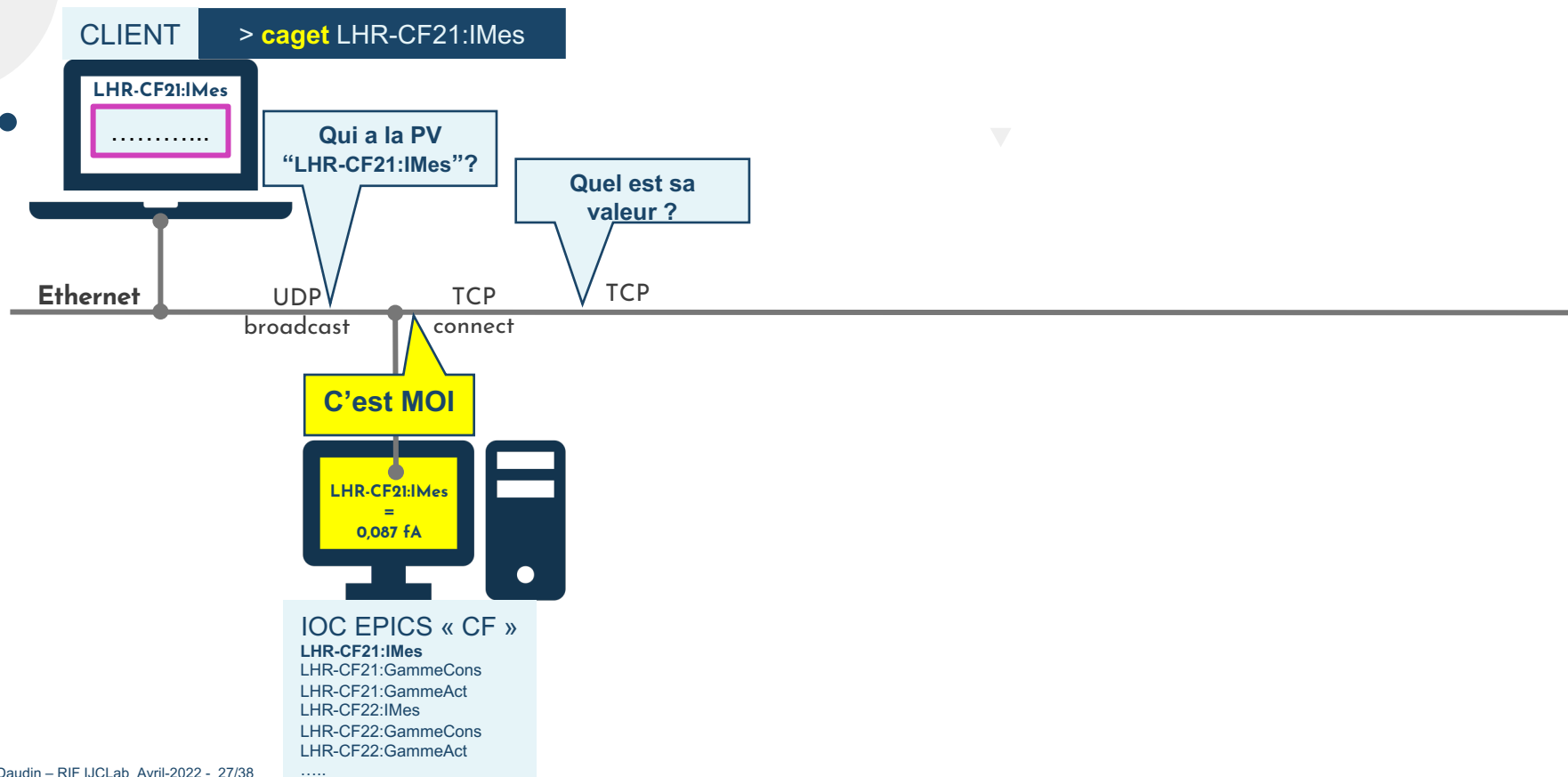
Principe de CA



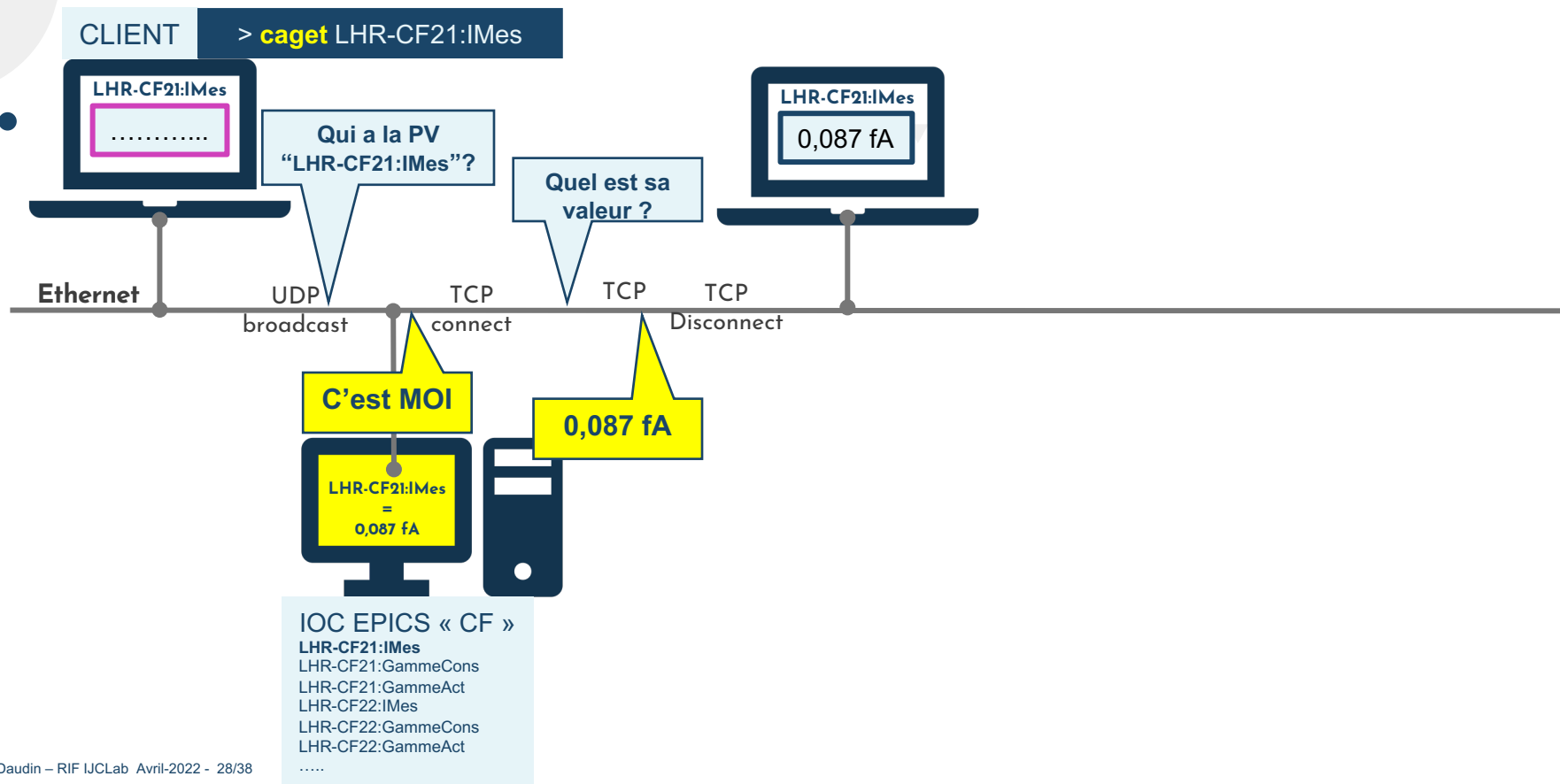
Principe de CA



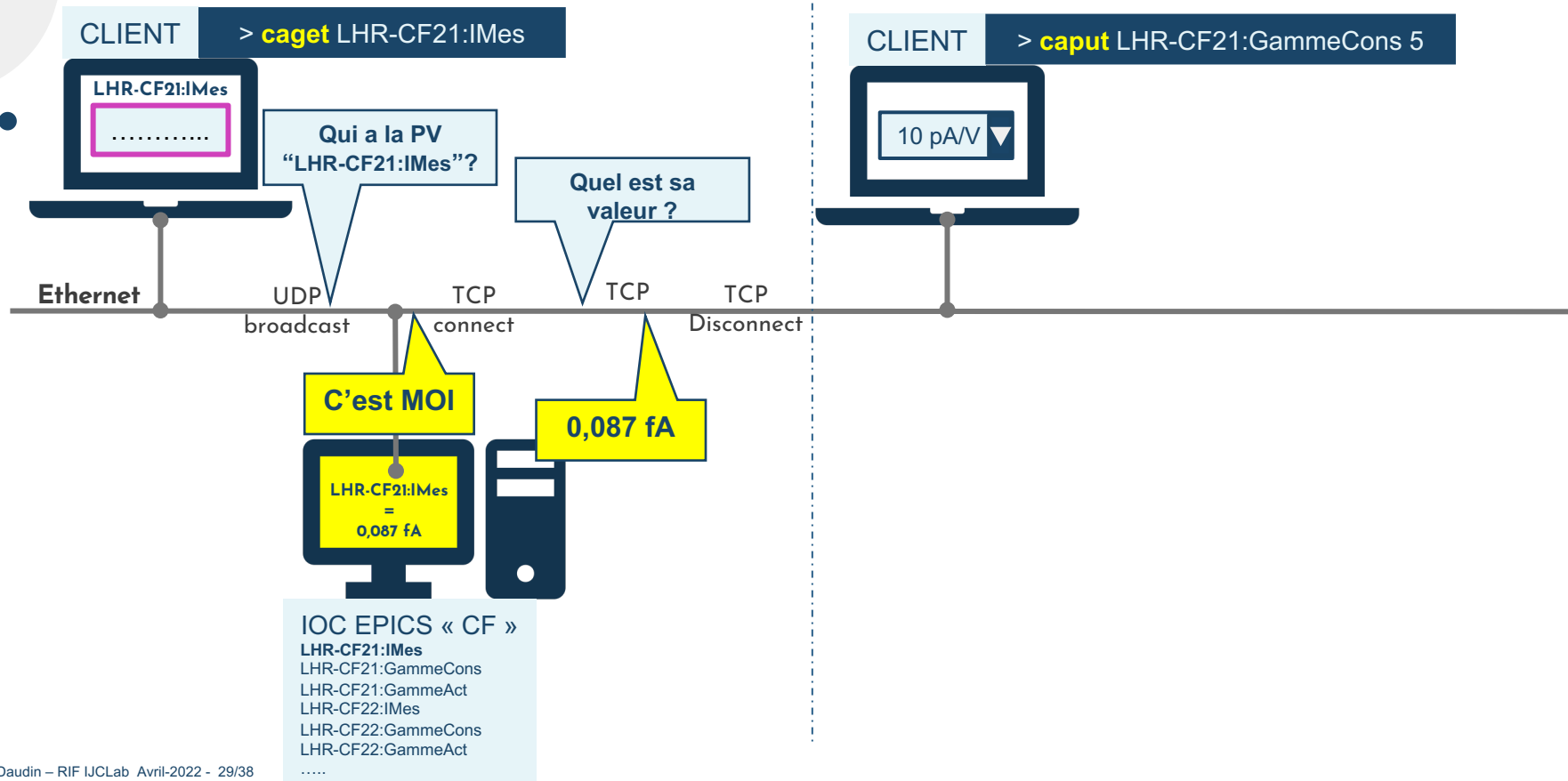
Principe de CA



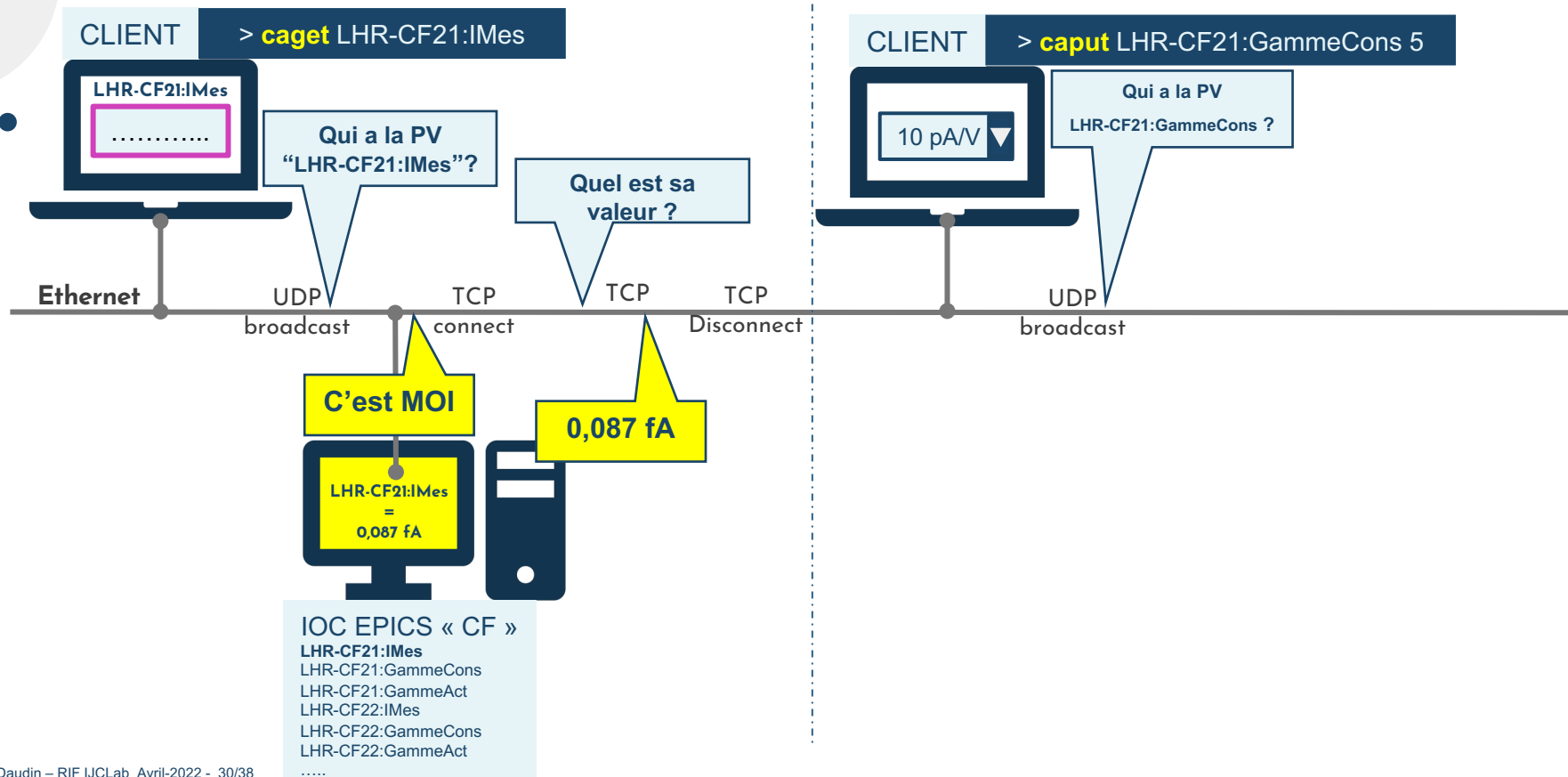
Principe de CA



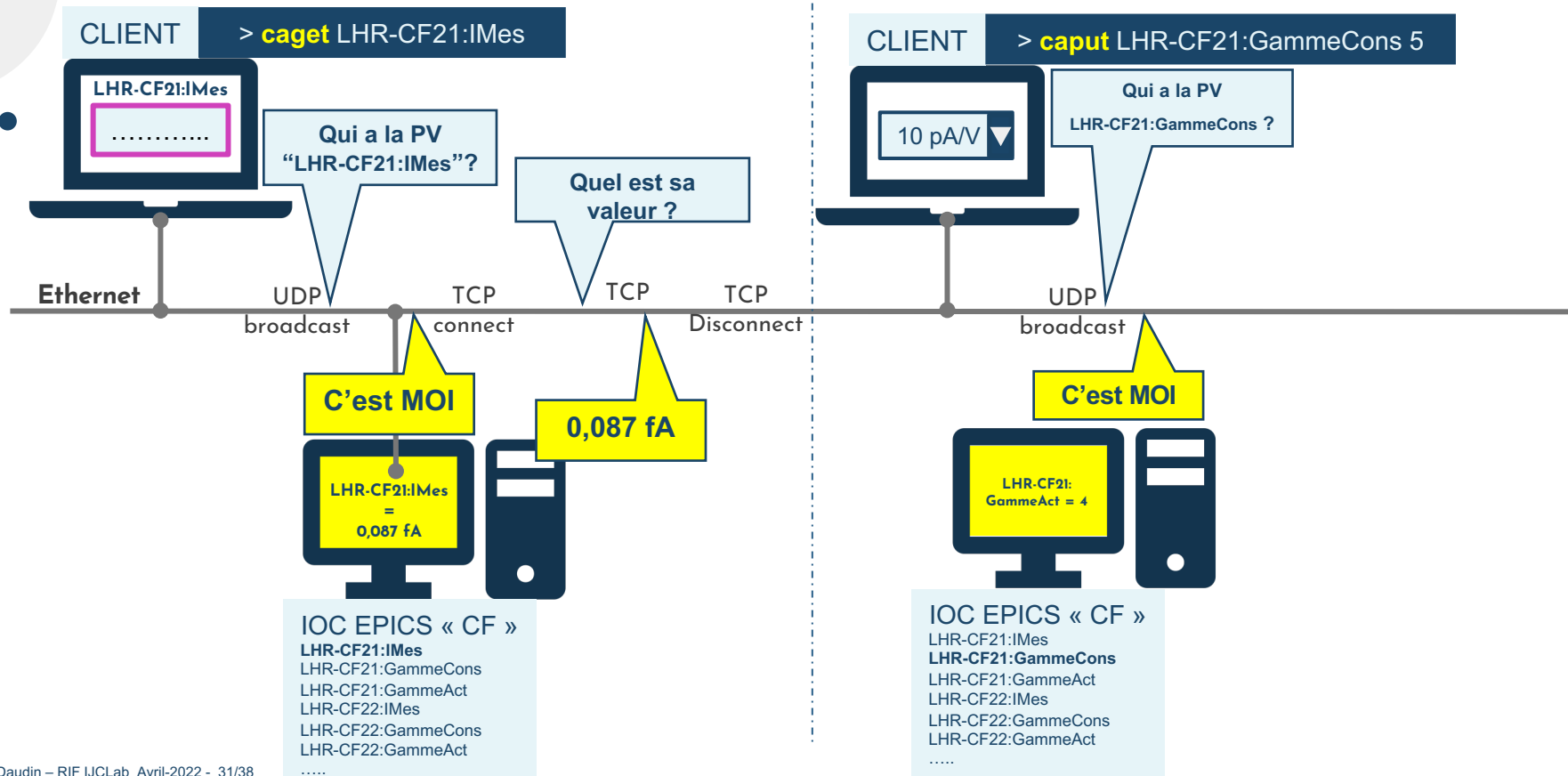
Principe de CA



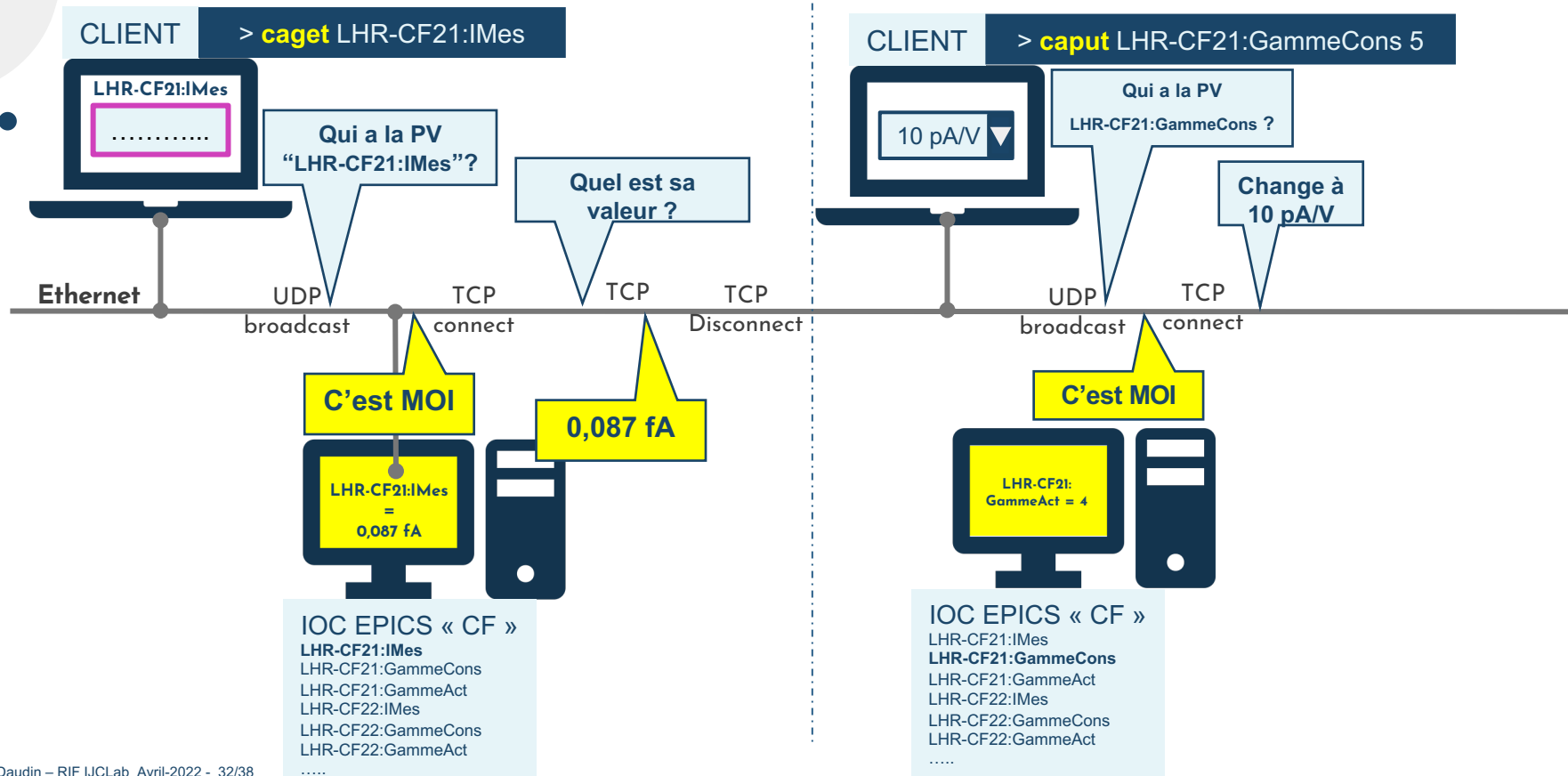
Principe de CA



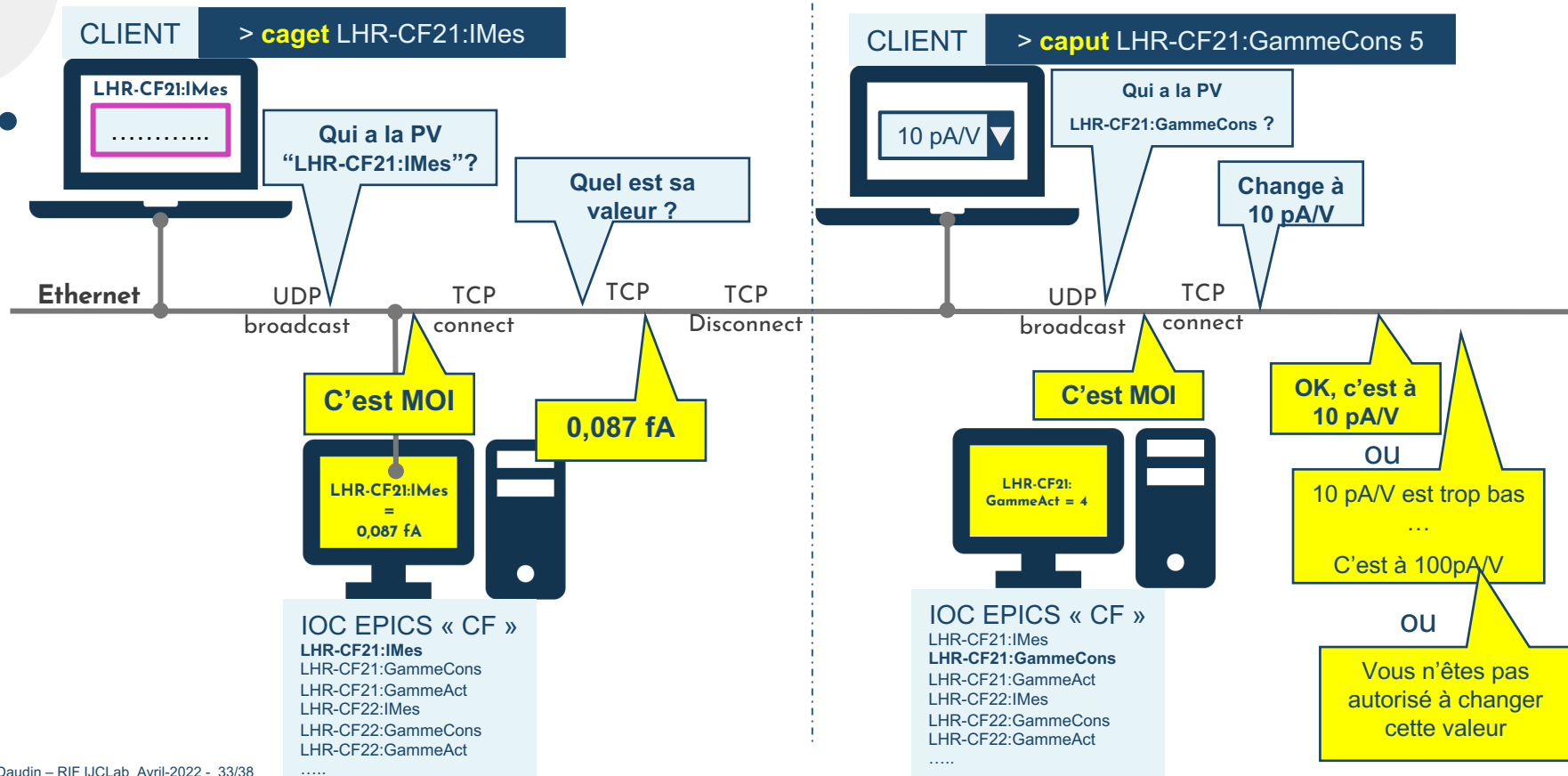
Principe de CA



Principe de CA

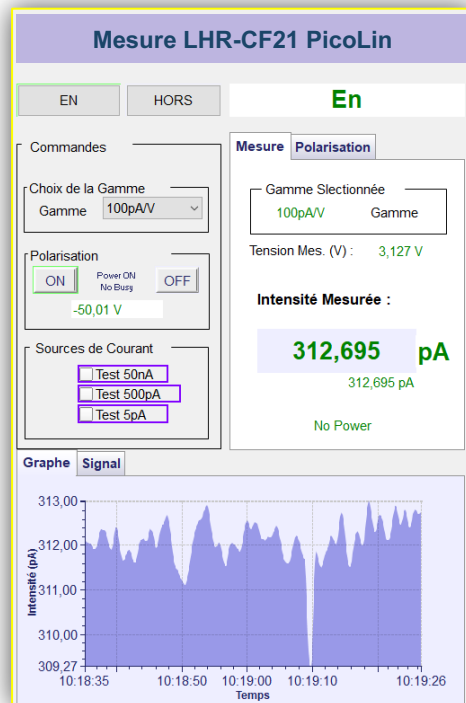


Principe de CA



C/C EPICS

Application : mesure d'intensité Faisceau



OPI EPICS (Client)

EPICS

Réseau Ethernet



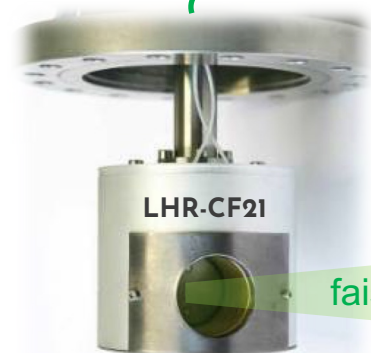
Serveur

IOC EPICS « CF »

LHR-CF21:IMes
LHR-CF21:GammeCons
LHR-CF21:GammeAct
LHR-CF22:IMes
LHR-CF22:GammeCons
LHR-CF22:GammeAct
LHR-CF41:IMes
LHR-CF41:GammeCons
LHR-CF41:GammeAct
.....

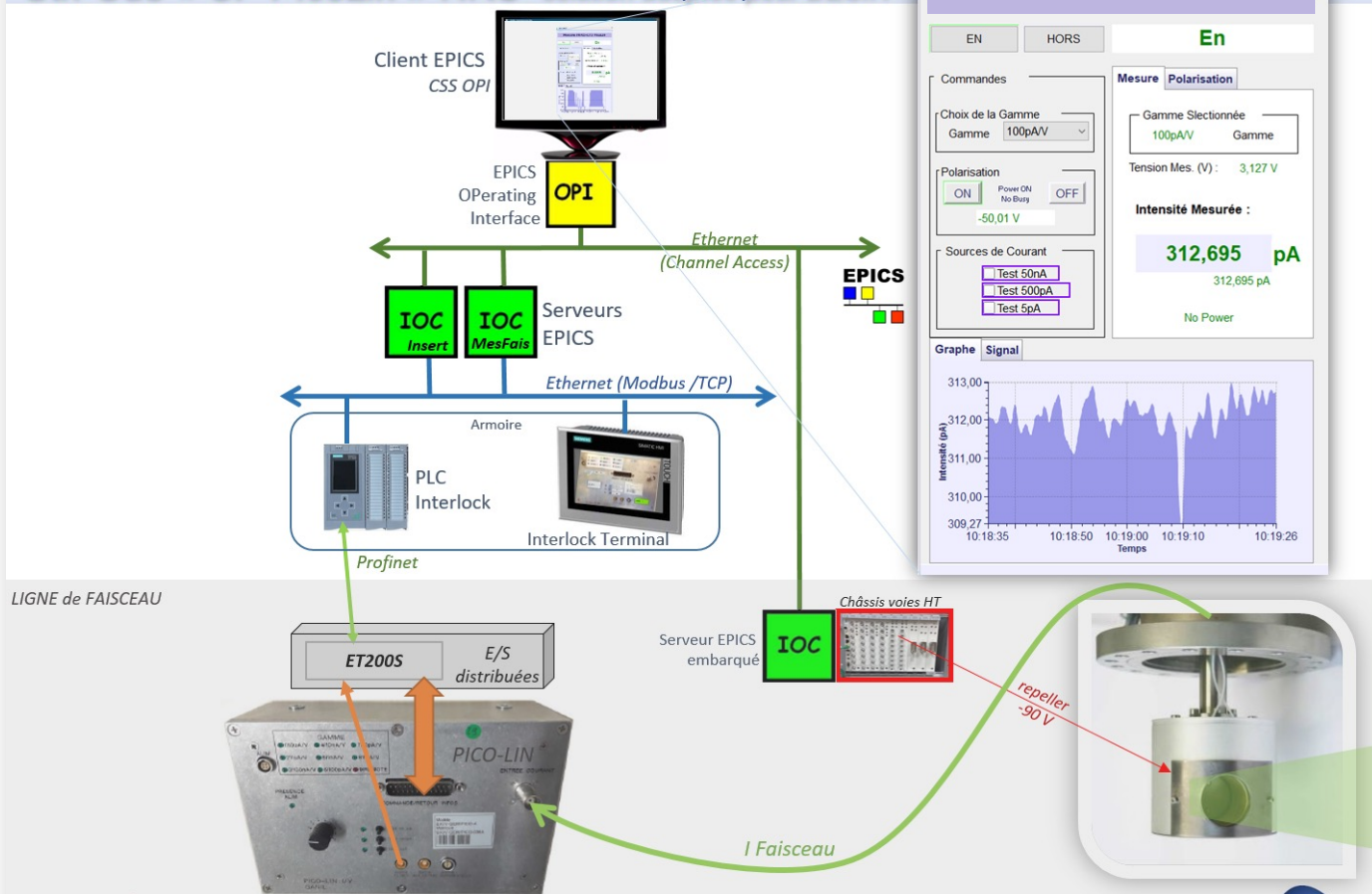


Courant (pA)



faisceau

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



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



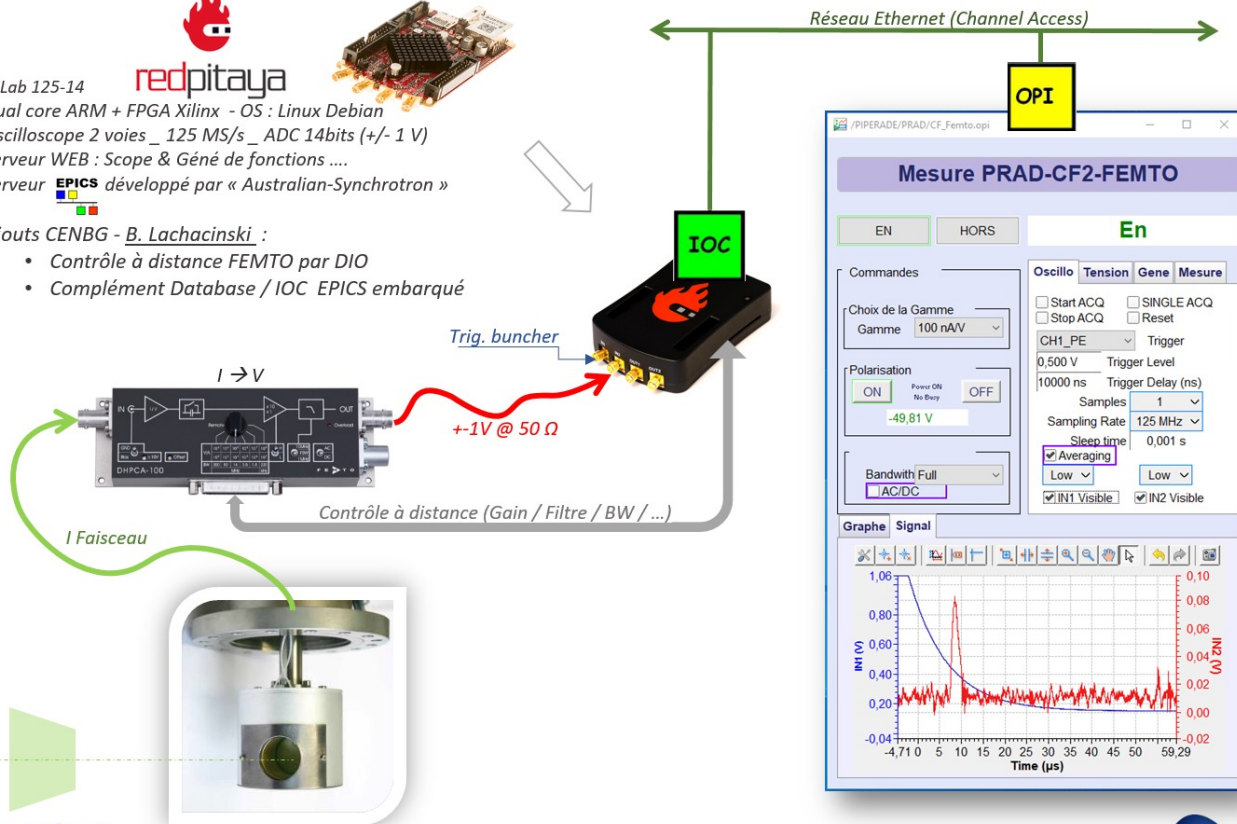
STEMLab 125-14



- 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



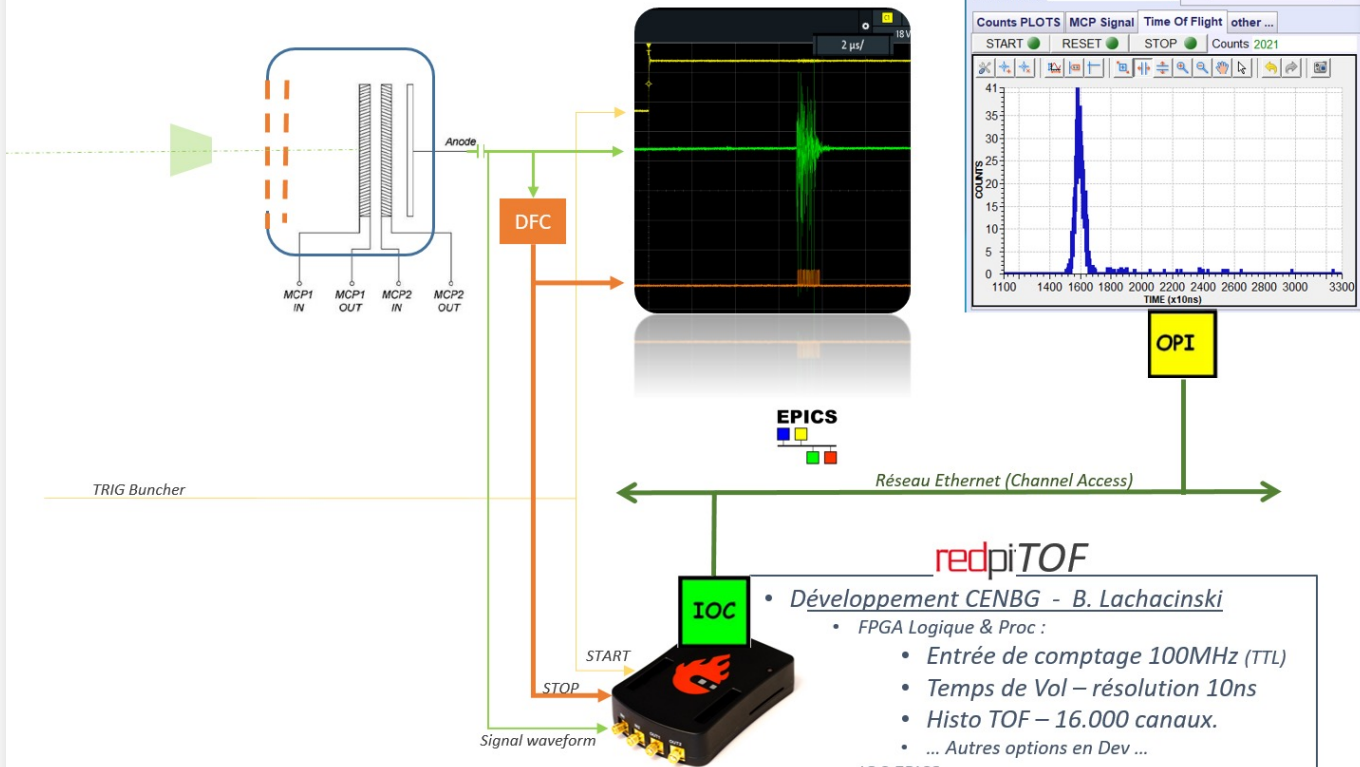
Laurent Daudin



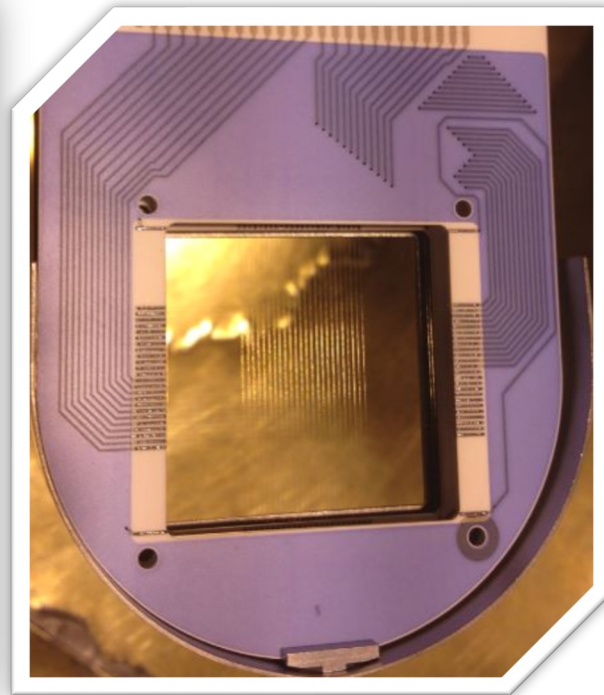
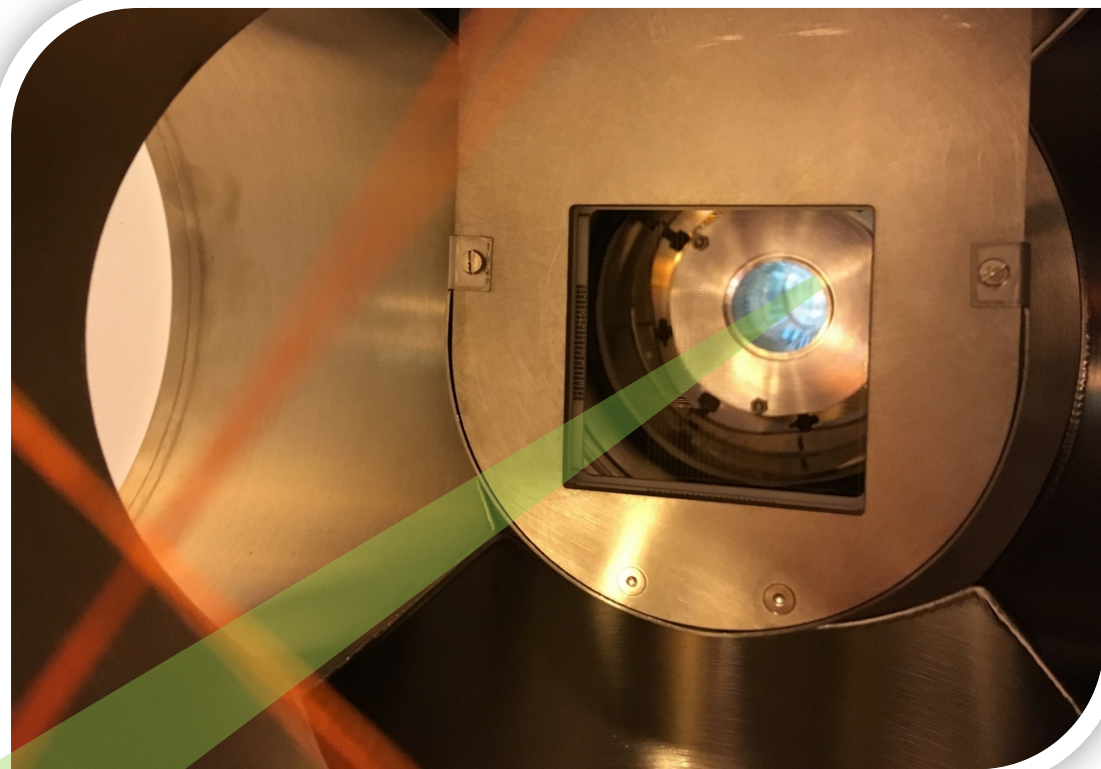
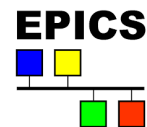
Réseaux Instrumentation Faisceau - Avril 2021

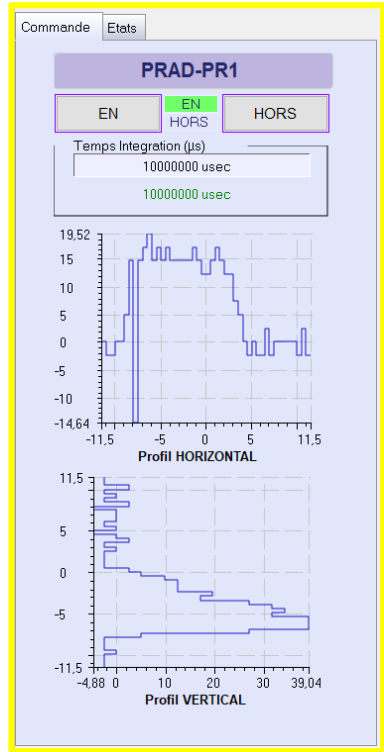
26

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



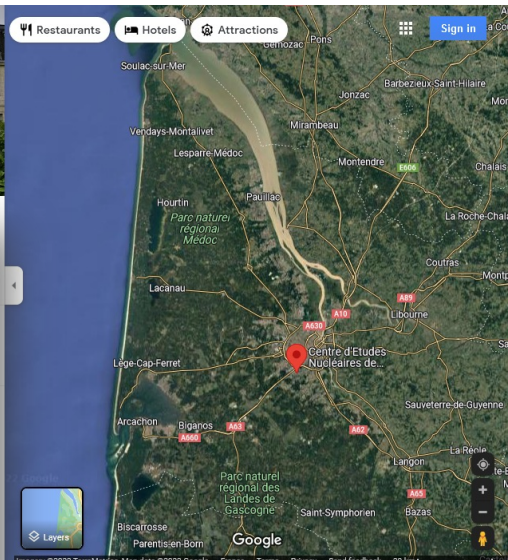
Mesure de profil transverse d'un faisceau par PRrofileur EMS (PR)





• Merci !

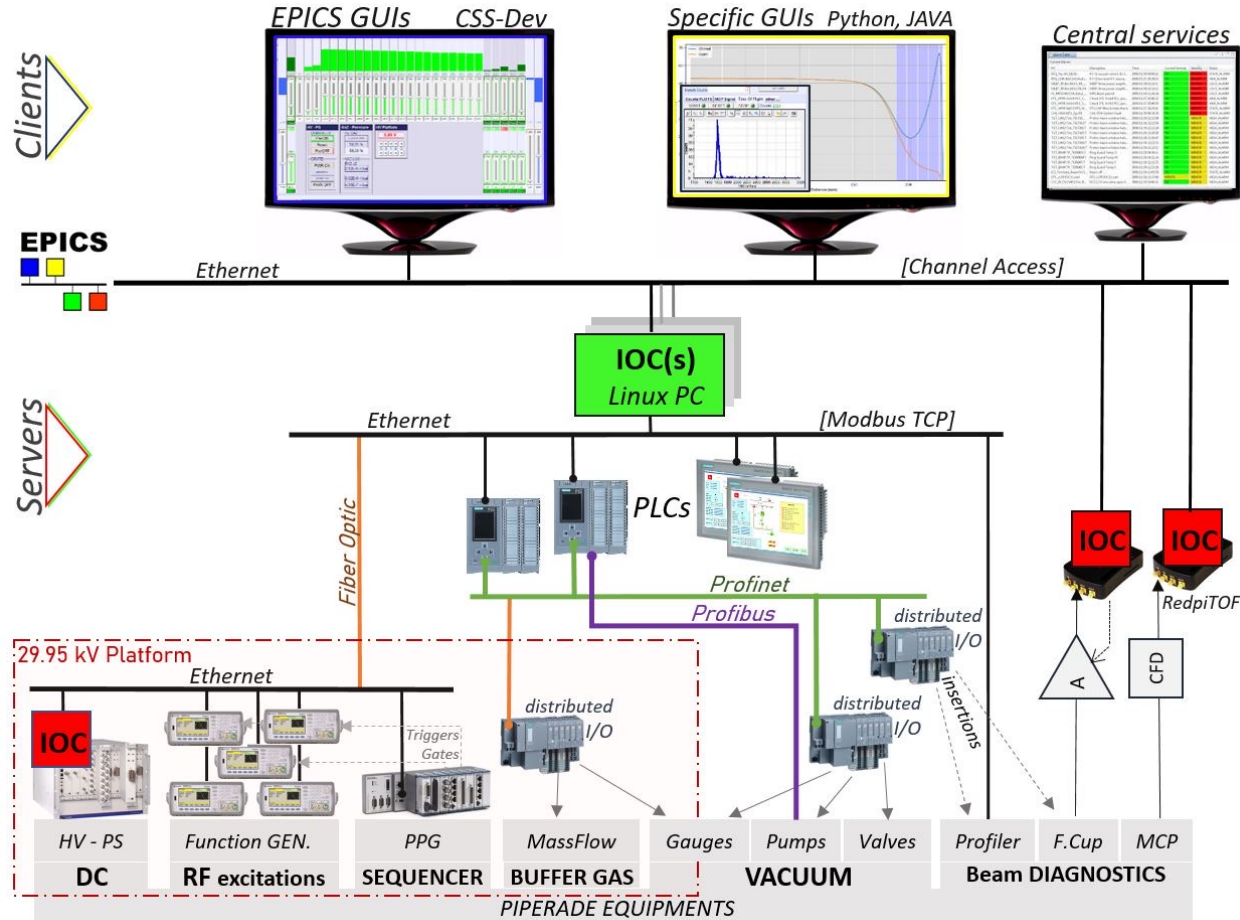
Des questions ?



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 :

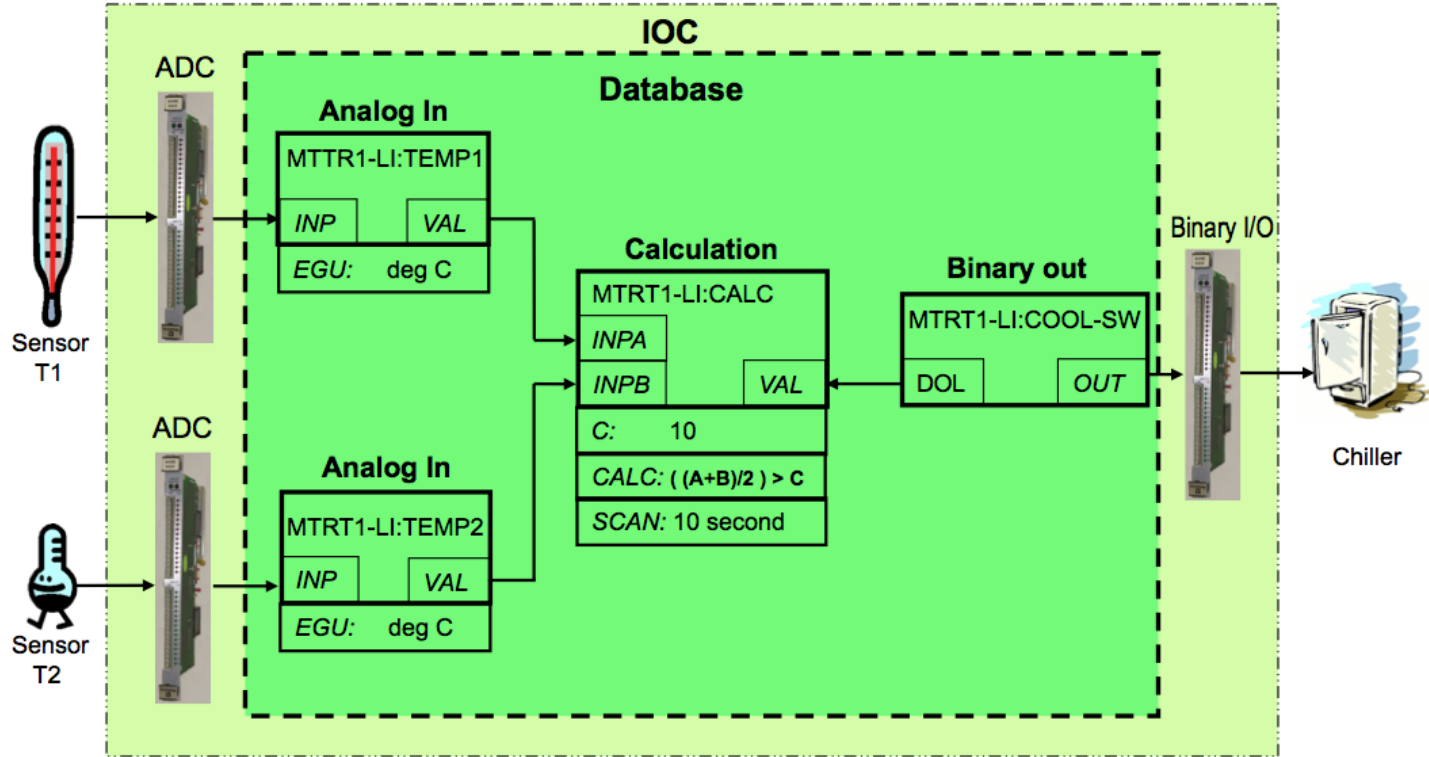
- Définie l'ensemble des Records que l'IOC va produire / gérer ... ensemble de PV(s) de l'IOC
- Chaque Record est d'un TYPE défini (ai, ao, calc, bi, bo, ...)
- Métadonnées (propriétés / **Fields**) définies dans chaque Record (certaines dépendent du TYPE)

Exemple :

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

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

