



Interfaçage LabVIEW-EPICS

pour la source d'ions *Phoenix*
au LPSC Grenoble, de 2008 à 2012

~ retours d'expérience ~



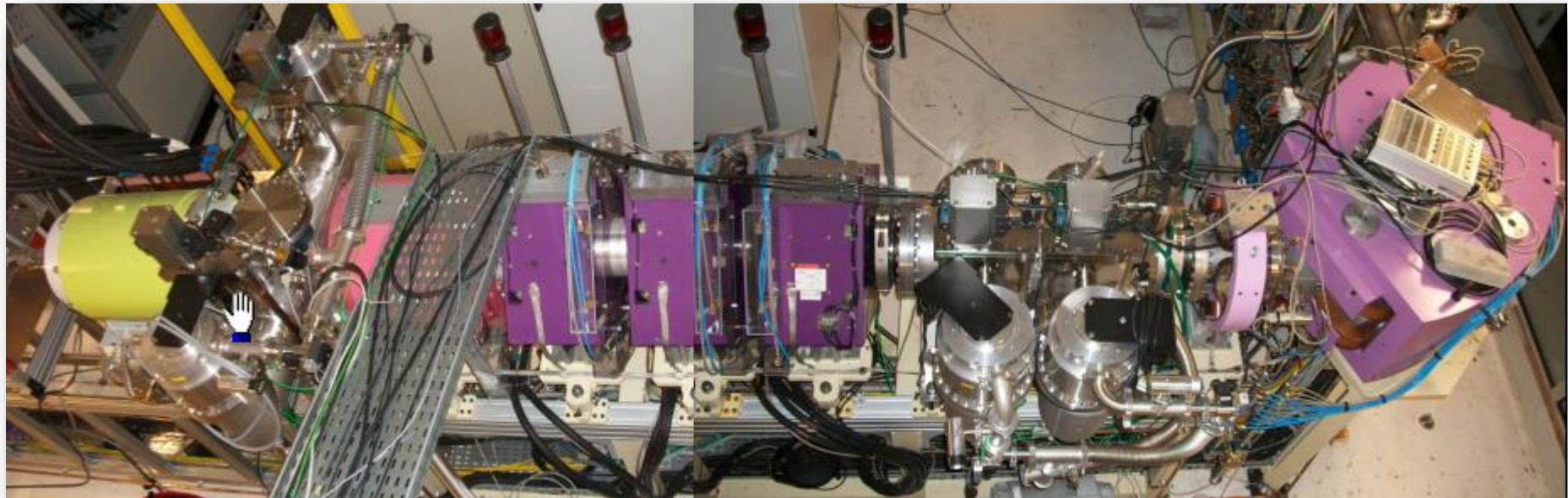
SOMMAIRE

- Contexte
- EPICS c'est quoi ?
- Options d'interfaçage
- Stratégie d'implémentation
- Code
- Performances et bilan

LV10 ↔ EPICS

Contexte

- Source d'ions développée au LPSC Grenoble de 2008 à 2012 pour SPIRAL2 (GANIL Caen)
- Prototype initial piloté par LabVIEW
- Transition requise vers EPICS (contrôle-commande nominal retenu pour l'ensemble de l'accélérateur SPIRAL2)

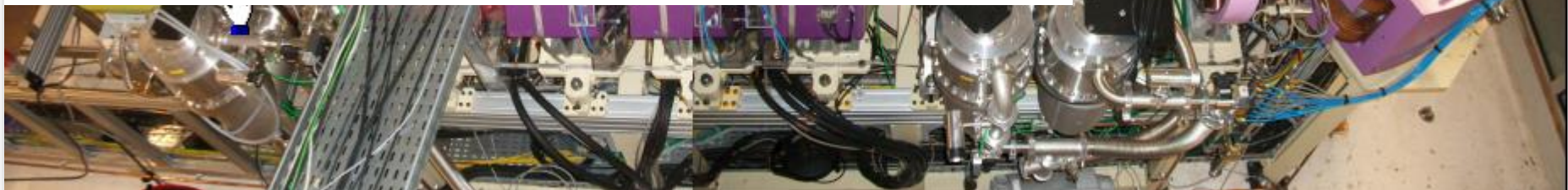
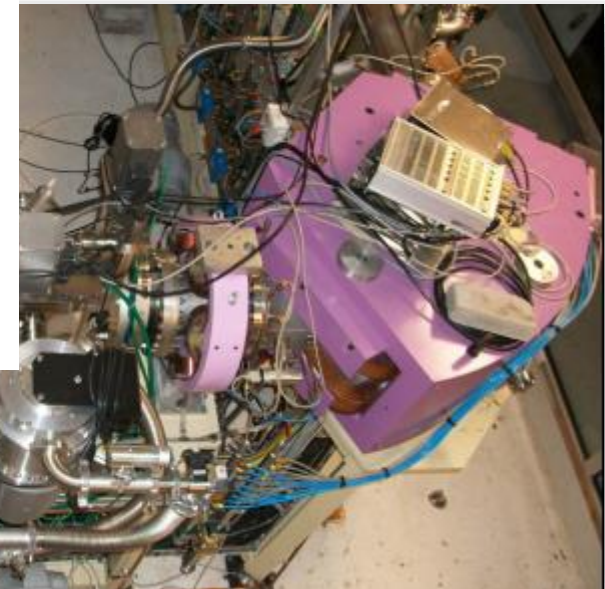


LV10 ↔ EPICS

Contexte

LabVIEW parce que :

- Matériel et logiciel nominal pas dispos
- On partait d'un programme existant
- Cahier des charges pas finalisé → besoin de souplesse, développement itératif
- Echelle "banc de test" idéale pour LV
- Facilité pilotage matériel NI (carte DAQ)
- Passerelles possibles vers EPICS

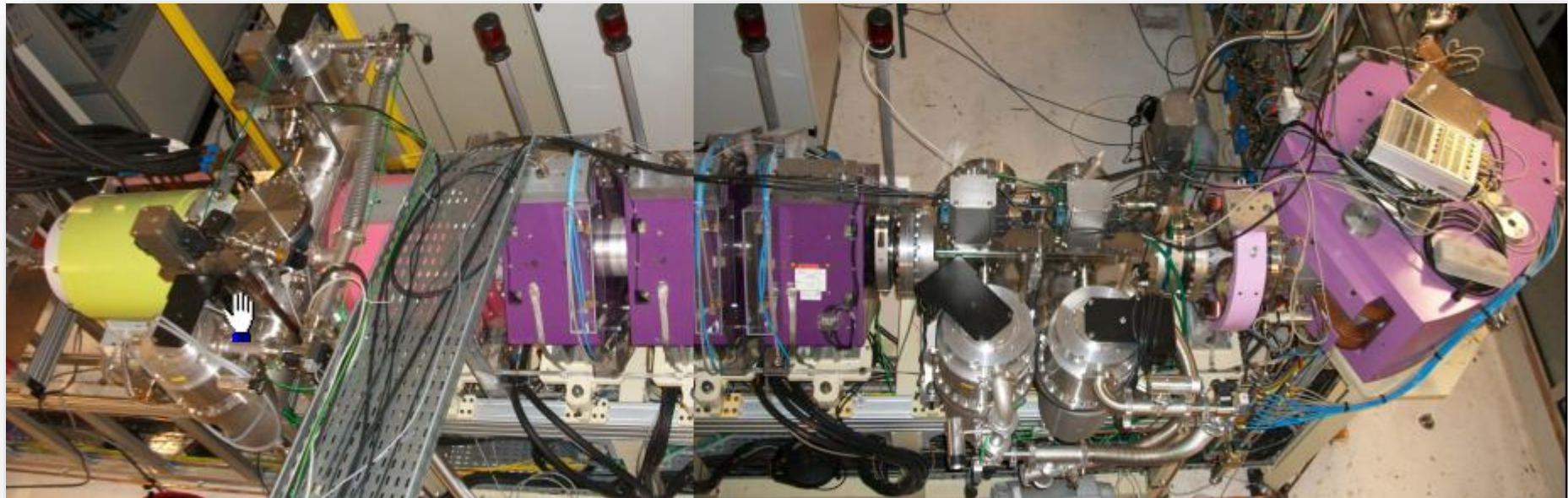



LV10 ↔ EPICS

Contexte

Objectifs :

- 1) Accompagner la mise au point du banc
- 2) Interfacer le banc LabVIEW avec le reste de l'accélérateur en attendant la version EPICS

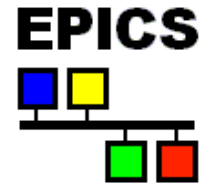




LV10 ↔ EPICS

- Contexte
- **EPICS c'est quoi ?**
- Options d'interfaçage
- Stratégie d'implémentation
- Code
- Performances et bilan

LV10 ⇔ EPICS



EPICS c'est quoi ?

Experimental Physics and Industrial Control System

1989

Los Alamos (LANL/GTA)
Argonne (ANL/APS)

2004

Open source
"EPICS Open License"
similaire licence BSD

LV10 ⇔ EPICS

EPICS c'est quoi ?

Environnement logiciel

- compilation
- make
- modules
- extensions
- distributions
- drivers
- ~~IDE~~
- targets (...)

Contrôle distribué

- bus de terrain
- contrôleurs
- temps réel
- automates
- châssis
- réseau
- pilotage
- PC (...)

Supervision (SCADA)

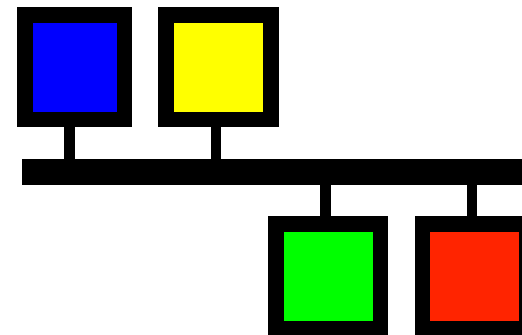
- visualisations
- alarmes
- archivage
- bases de données
- process variables
- i/f graphiques (...)

LV10 ⇔ EPICS

EPICS c'est quoi ?

- Channel Access
- Des IOC
- Des PV
- Des Clients

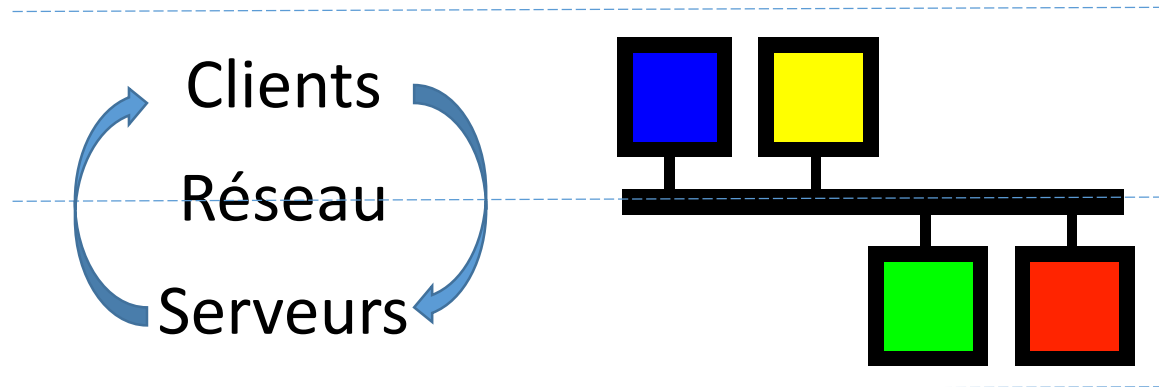
EPICS



LV10 ⇔ EPICS

EPICS c'est quoi ?

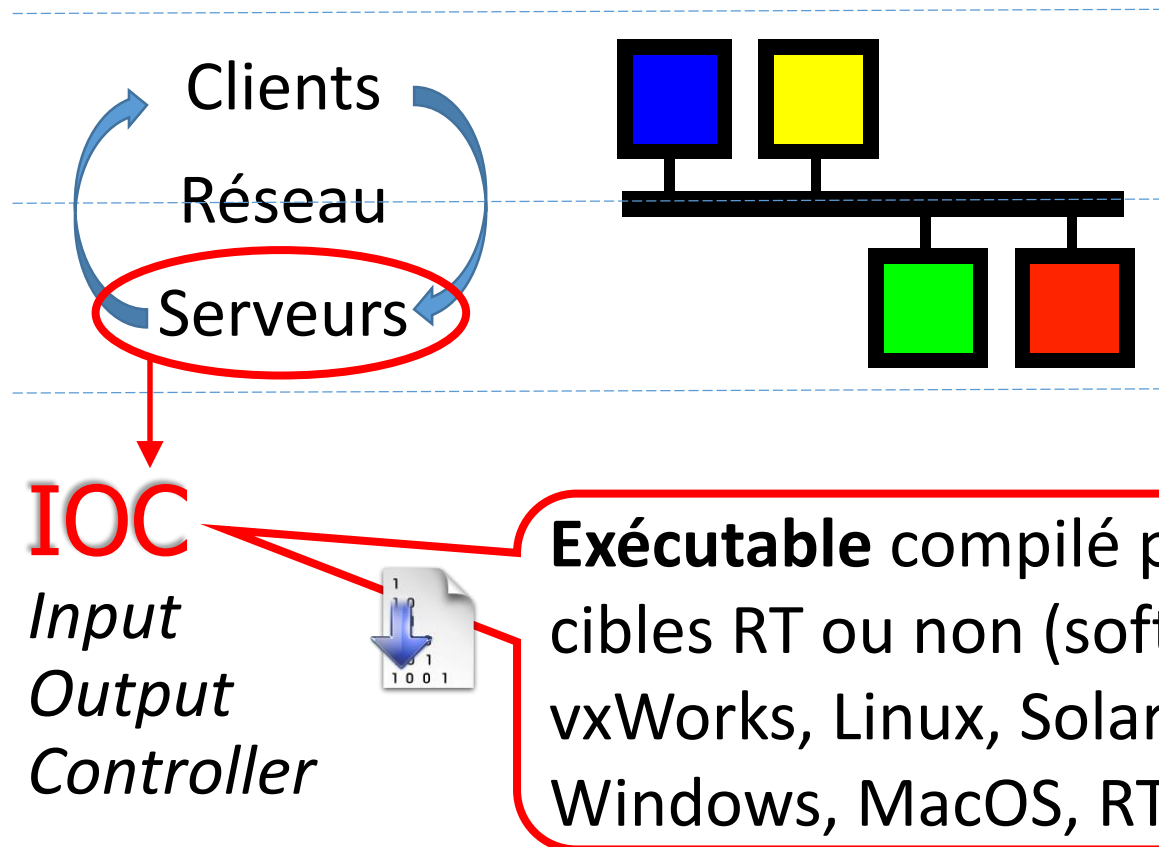
EPICS



LV10 ⇔ EPICS

EPICS c'est quoi ?

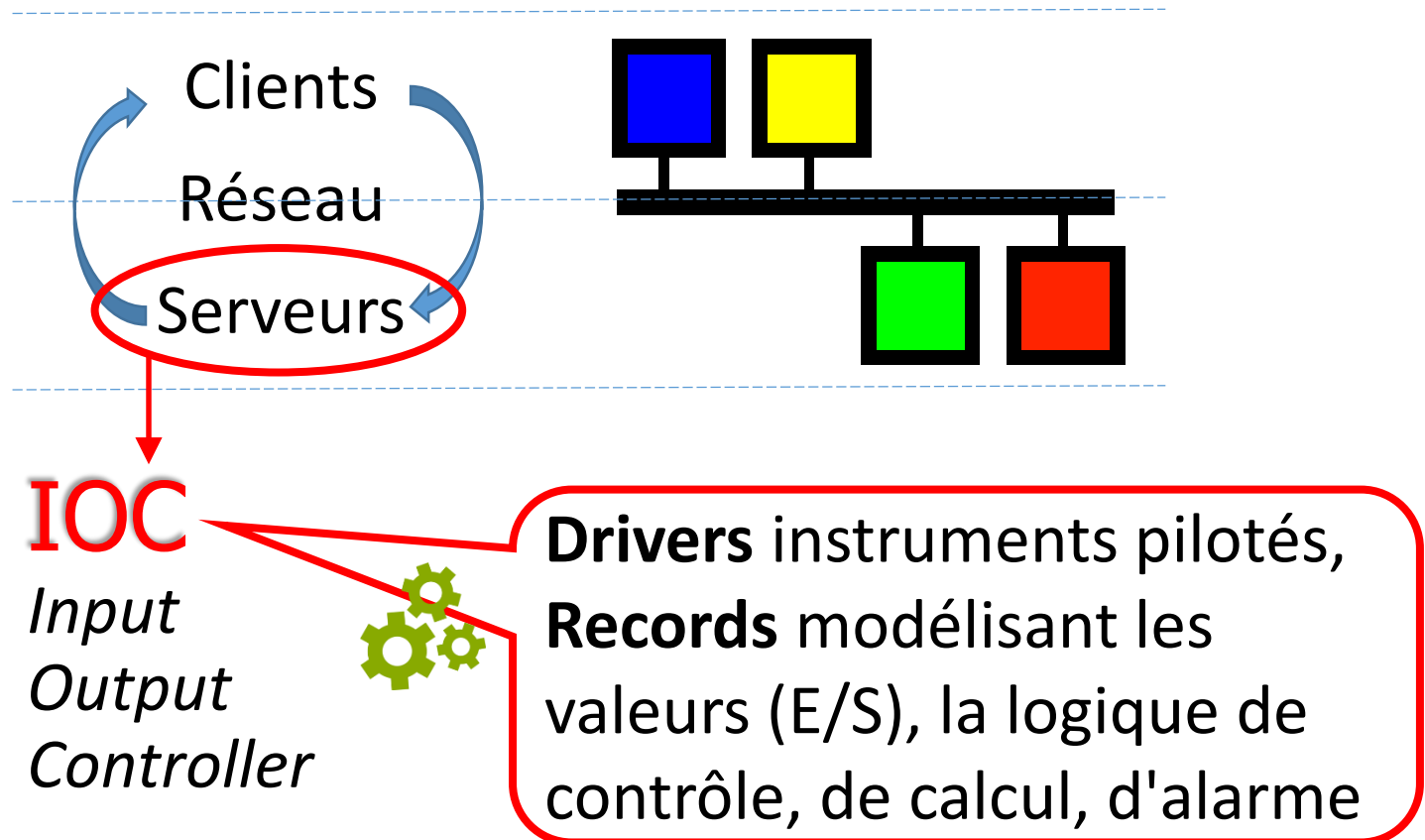
EPICS



LV10 ⇔ EPICS

EPICS c'est quoi ?

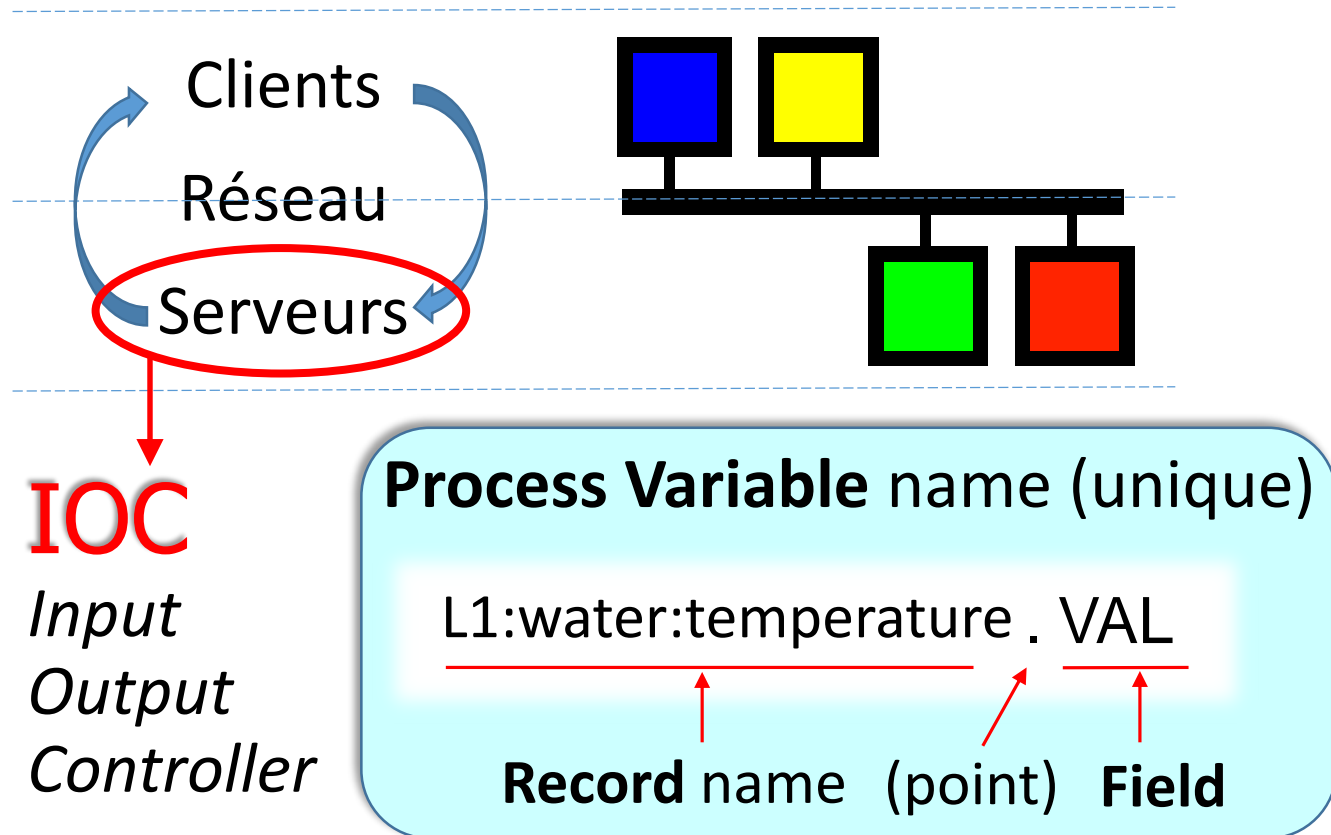
EPICS



LV10 ⇔ EPICS

EPICS c'est quoi ?

EPICS



LV10 ⇔ EPICS

Type de record/de donnée

Période de lecture

Unité Physique

Limites de validité et/ou
d'alarme

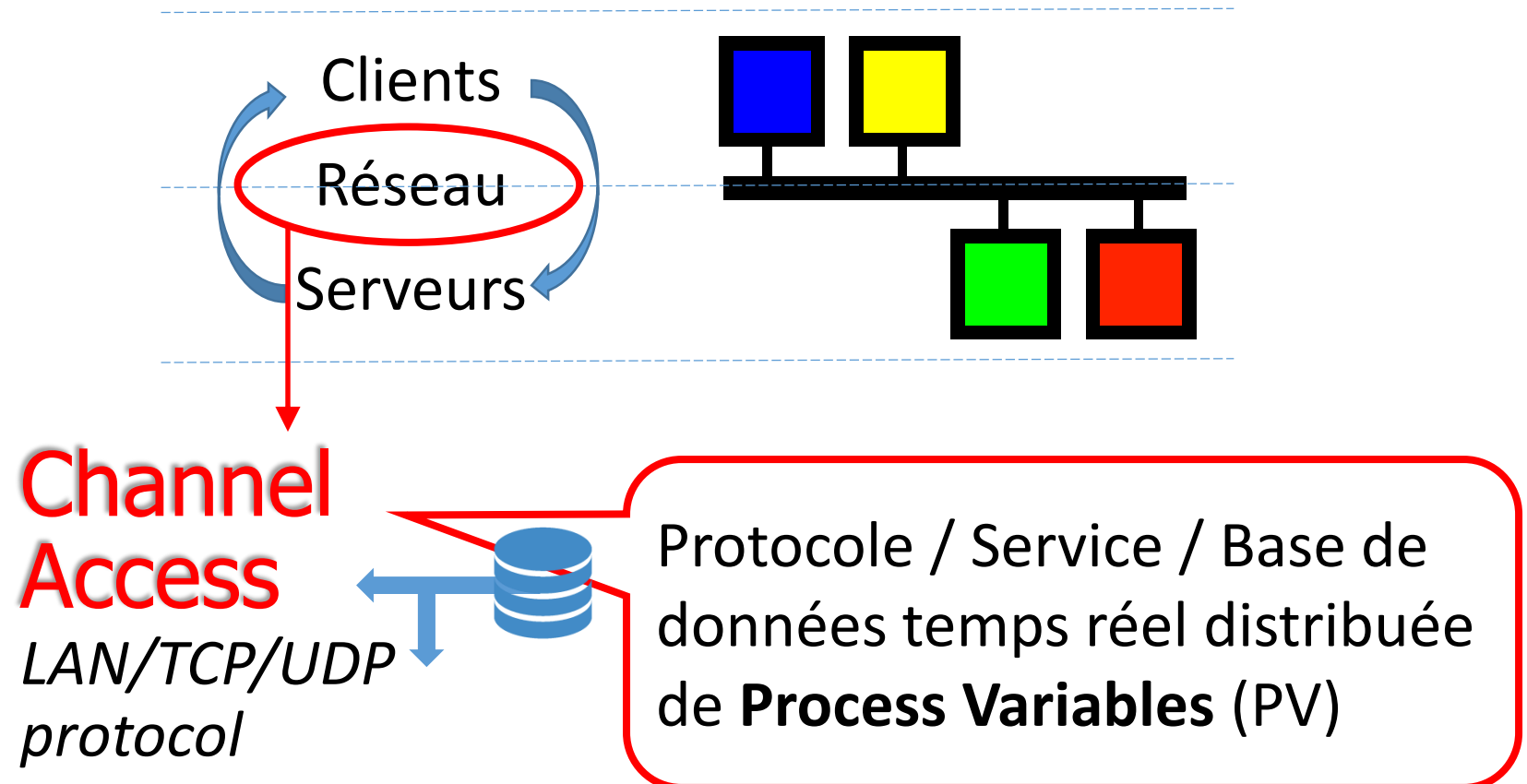
etc... etc...

```
record(calc, "$(user):rampM") {  
    field(CALC, "A>6.27?0:A+.1")  
    field(SCAN, "1 second")  
    field(INPA, "$(user):rampM.VAL NPP NMS")  
}  
record(calc, "$(user):cathodeTempM") {  
    field(DESC, "Measured Temp")  
    field(SCAN, "1 second")  
    field(CALC, "C+(A*7)+(SIN(B)*3.5)")  
    field(INPA, "$(user):cathodeCurrentC.OVAL NPP NMS")  
    field(INPB, "$(user):rampM.VAL NPP NMS")  
    field(INPC, "70")  
    field(EGU, "degF")  
    field(PREC, "1")  
    field(HOFR, "200")  
    field(LOPR, "")  
    field(HIHI, "180")  
    field(LOLO, "130")  
    field(HIGH, "160")  
    field(LOW, "140")  
    field(HHSV, "MAJOR")  
    field(HSV, "MINOR")  
    field(LLSV, "MAJOR")  
    field(LSV, "MINOR")  
}
```

LV10 ⇔ EPICS

EPICS c'est quoi ?

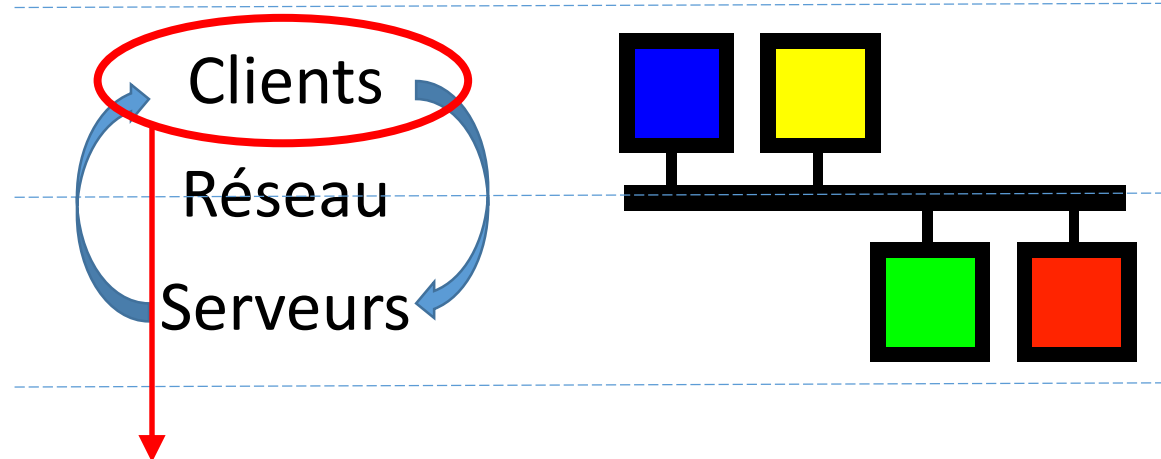
EPICS



LV10 ⇔ EPICS

EPICS c'est quoi ?

EPICS



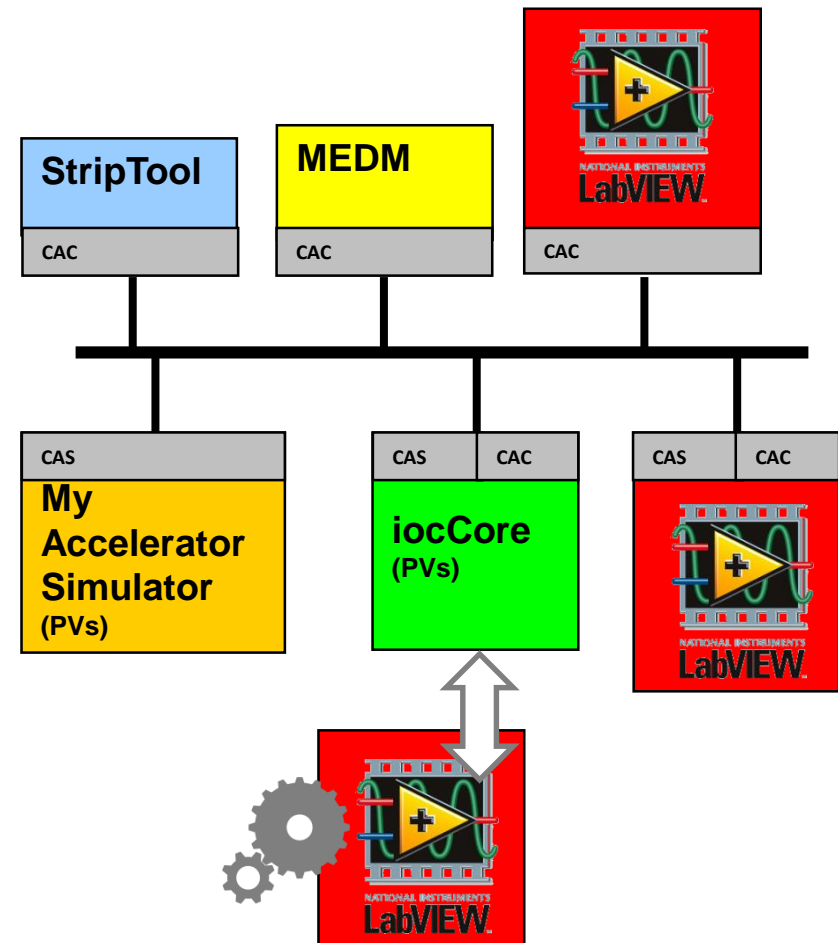
Accès lecture/écriture aux PVs :
interfaces graphiques (pilotage),
archivage, gestion d'alarmes,
traitements et analyses, etc...


LV10 ⇔ EPICS

EPICS c'est quoi ?

Où peut-on trouver LabVIEW ?

- Client côté pilotage (interfaces graphiques, post-processing, slow control)
- Client actif côté instrument (contrôleur + vrai ou "faux" serveur de PV)
- (Dans la matériel, FPGA...)





LV10 ↔ EPICS

- Contexte
- EPICS c'est quoi ?
- **Options d'interfaçage**
- Stratégie d'implémentation
- Code
- Performances et bilan

 LV10 ⇔ EPICS

Options d'interface

- **NI EPICS I/O client** ["Data Supervisory Control" module IO server *OU* hors DSC]
- **CA Lab** [HZB/BESSY, Berlin]
- **LV Channel Access client / Shared Memory interface** [SNS/ORNL, Oak Ridge]
- **lvDCOM** [ISIS/RAL, Oxford]
- Etc... (bcp. d'options, forces et limites variés)

LV10 ↔ EPICS



About us	User Facilities	Research	User Access	Offers	News
----------	-----------------	----------	-------------	--------	------

Home
▲ About us
▲ On site
▲ IT services
▲ Software (ger)
▲ Experiment Control
▶ CARESS (ger)
▶ LabVIEW
▶ LISE/M
▶ EPICS
▼ CA Lab
VIs of CA Lab
Environment of CA Lab
Performance of CA Lab
Examples of CA Lab
FAQ
CA Tools
Definitions, copyrights and licenses
Downloads
Changelog
▶ SPEC (ger)
▶ EMP (ger)

Home	About us	On site	IT services	Software (ger)	Experiment Control	CA Lab
------	----------	---------	-------------	----------------	--------------------	--------

CA Lab (LabVIEW + EPICS)



Overview

What is CA Lab?

It is a

- user-friendly,
- lightweight and
- high performance

interface between LabVIEW™ and EPICS.

This interface uses

- proven EPICS BASE libraries (V3.14.12),
- a CA Lab interface library
- and polymorphic VIs

to access EPICS variables.

Creating, reading and writing EPICS variables is very simple now. Also **user events** for EPICS variables can be

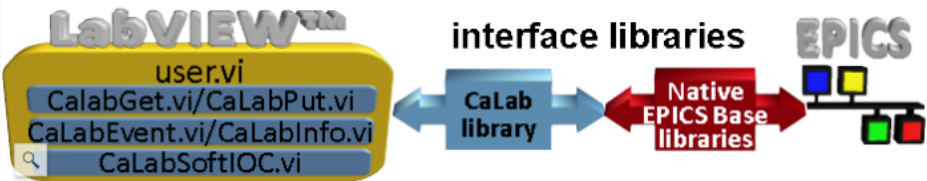
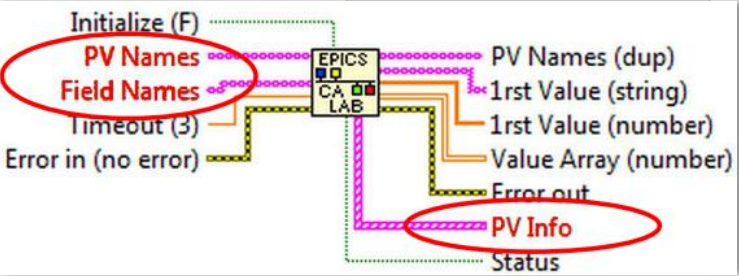
implemented easily.
EPICS time stamp, status, severity and optional PV fields (properties) are bound into a resulting data cluster. You avoid inconsistent data sets.
It's easy to create an executable of your VI because it doesn't depend on any external service.

CA Lab works with Windows® and Linux.
This interface requires only LabVIEW™.

To use this interface it's not necessary to create any LabVIEW™ project nor to use external services. CA Lab can be used directly.

It is free! No additional licenses are required.

CA Lab is **open source** and works with all LabVIEW™ versions from 7.0 up to 2016 (32bit/64bit). It has been tested under Windows XP®, Windows 7®, Windows 8.1® and Ubuntu®14.04 LTS .



LV10 ⇔ EPICS

Options d'interface

- **NI EPICS I/O client** ["Data Supervisory Control" module IO server *OU* hors DSC]
- **CA Lab** [HZB/BESSY, Berlin]
- **LV Channel Access client / Shared Memory interface** [SNS/ORNL, Oak Ridge]
- **lvDCOM** [ISIS/RAL, Oxford]
- Etc... (bcp. d'options, forces et limites variés)



LV10 ↔ EPICS

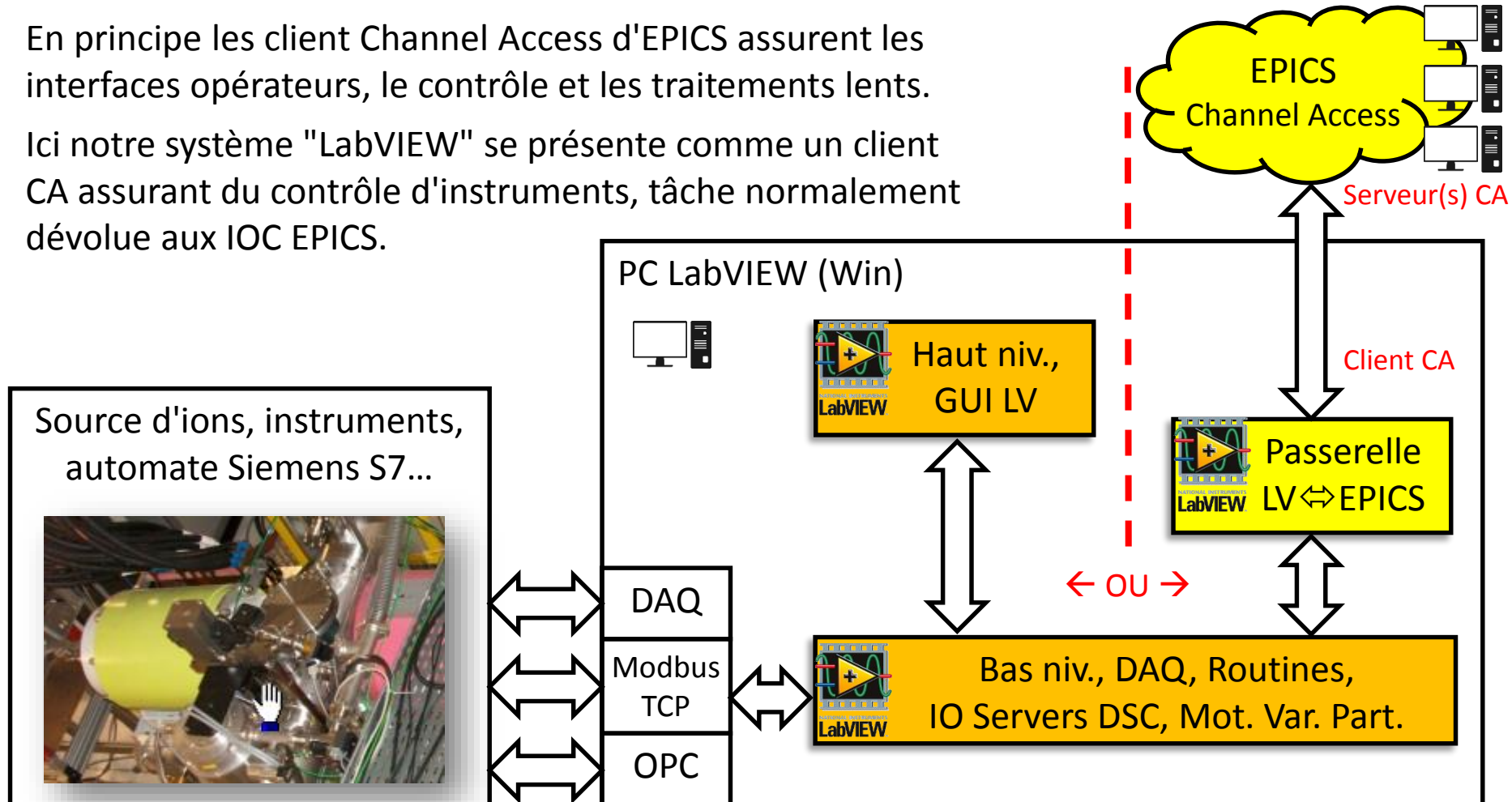
- Contexte
- EPICS c'est quoi ?
- Options d'interfaçage
- **Stratégie d'implémentation**
- Code
- Performances et bilan


LV10 ⇔ EPICS

Stratégie d'implémentation

En principe les client Channel Access d'EPICS assurent les interfaces opérateurs, le contrôle et les traitements lents.

Ici notre système "LabVIEW" se présente comme un client CA assurant du contrôle d'instruments, tâche normalement dévolue aux IOC EPICS.





LV10 ↔ EPICS

- Contexte
- EPICS c'est quoi ?
- Options d'interfaçage
- Stratégie d'implémentation
- **Code**
- Performances et bilan

LV10 ↔ EPICS

Code



Four.vi - svn : 2152

FOUR

WARNING : Setpoint will be saved only if applied

Auto apply : OFF Volts to set (AW140) 0

Output Voltage (EW108) Four (W) 0,27 0,01

Output current (EW110) 0,02

BiasDisc.vi - svn : 2164

BIAS DISC

WARNING : Setpoint will be saved only if applied

BD Setpoint (-2000...0 V) -30,5861

Output voltage (V) -2,1 Set Current (mA) 2,00

Output current (mA) 0,0

Phoenix.vi - svn : 2152

HT & RPE BPx Hazemeyers Bias disc Four TrendsViewer

Overview ICF, IHT scans (BPx tuning) IHT, UHT scans (HT tuning) ICF, Bhall (Spectrum)

Log

275
250
225
200
175
150
125
100
75
50
25
0
-25

15:04:33 15:07:33 15:10:33 15:13:33 15:16:33 15:19:33 15:22:21

ICF11 E-4 A
Bhall m T
ICF13 E-5 A
IHT E-4 A
UHT E-4 V
PHF in E-2 W
PHF ref E-4 W
P E-12 Bar
Bias Disc V
Four E-4 A
Four E-1 W

NOTICE :
Pressure, IHT & UHT are sampled from Slow monitorings.
Others are averaged from scans below.

Rec. Trends : OFF

RPE : U read (kW) RPE : I read (mA) 2,0 5,0

HT: ON

Emergency Stop

HT : U read (kW) 40,0
HT : U mean (kW) 39,6
HT : I read (mA) 9,1

BPI (A) 1130,2
BPM (A) 1201,0
BPE (A) 1257,2

Bias_Disc (V) -2,1
Bias_Disc (mA) 0,0

CF11 : I mean (μA) 0,75
CF13 : I mean (μA) 263,92

PHF in (W) 501,1 Pressure (mBar) 3,70E-8
PHF ref (W) 36,9 B hall mean 0,0925
Four (W)

Hazemeyers.vi - svn : 1487

Use < TAB > to navigate through controls Window mode : FULL

Tuning Spectrum

D11 Reference (A) 100,01 D11 Cruze Speed (A/s) 20,00

D11 Spec.Start (A) 150,00 D11 Spec.End (A) 20,00 D11 Spec.Speed (A/s) 5,00

START spectrum cycle

WARNING : Ramps will stop at current values if this window is closed

Ratio Cons Ratio Act

0,50 0,00
1,00 0,90
0,90 0,90
0,40 0,00
0,50 0,50
0,60 0,61
0,71 0,71
0,81 0,81
0,00 0,00
0,00 0,00
0,00 0,00
0,00 0,00
0,00 0,00
0,00 0,00
0,00 0,00

B7 : Regulation OK
B6 : Global Fault
B5 : No busy
B4 : Local
B3 : Remote
B2 : Ready
B1 : Power OFF
B0 : Power ON

BPX.vi - svn : 1938

BPI (A) BPM (A) BPE (A)

Setpoints control State informations

Values measured by S7 :
12,9 -1,3 1,7

Last applied setpoints (known from file) :
0,0 0,0 0,0

Last targets (user defined) :
0,0 0,0 0,0

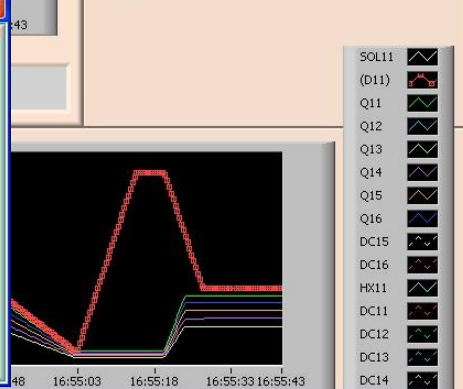
Setpoint control : OK

Y auto

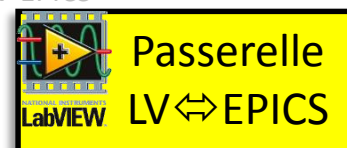
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10

Measured values (A)

Time span 00h 05min 00s Full history



LV10 ↔ EPICS



Code

Consigne : Read from
CA, Write to LV

Mesure : Read from LV,
Write to CA

Direction (consigne ou
mesure) définie
implicitement par les
tables d'adresses
sources et cibles...

Passerelle.vi - svn : 2103

Setup <=> LabVIEW <=> EPICS

Error out: 0, Events: 96

PV NAME	READ	(WRITE)		
(???)	(Can't extract it)	Disabled	(Can't compute it)	✗
SI1-HTSOURCE:Cmd		Enabled	{1;0}	✗
SI1-HTSOURCE:Etat	0 (I16)	Enabled	ON	✗
SI1-HTSOURCE:VCons	0,0000 (kV)	Enabled	0 (I16)	✗
SI1-HTRPE:Cmd		Disabled	{1;0}	✓
SI1-HTRPE:Etat	0 (I16)	Disabled	ON	✓
SI1-HTRPE:VCons	0,0000 (kV)	Disabled	0 (I16)	✓
SI1-HTRPE:VMes	0 (I16)	Disabled	-0,0000 (kV)	✓
SI1-BPI:ICons	0,0000 (A)	Disabled	0 (I16)	✓
SI1-BPI:IMes	0 (I16)	Disabled	57,4100 (A)	✓
SI1-BPMED:ICons	0,0000 (A)	Disabled	0 (I16)	✓
SI1-BPMED:IMes	0 (I16)	Disabled	0,0072 (A)	✓
SI1-BPE:ICons	0,0000 (A)	Disabled	0 (I16)	✓
SI1-BPE:IMes	0 (I16)	Disabled	9,2329 (A)	✓
SI1-GAZ1:VCons	0,0000 (V)	Disabled	0 (I16)	✓
SI1-GAZ2:VCons	0,0000 (V)	Disabled	0 (I16)	✓
SI1-EXT:PMes	0 (I16)	Disabled	0,0000 (mBar)	✓
SI1-BIAS:VCons	0,0000 (kV)	Disabled	0 (I16)	✓
SI1-BIAS:IMes	0 (I16)	Disabled	0,0000 (mA)	✓
SI1-BIAS:VMes (???)	(Can't extract it)	Disabled	(Can't compute it)	✗
SI1-FOUR:IMes	0 (I16)	Disabled	0,0200 (TBC)	✓
SI1-FOUR:VMes	0 (I16)	Disabled	0,2310 (V)	✓
		Disabled		✓
		Disabled		✓

LV10 ↔ EPICS

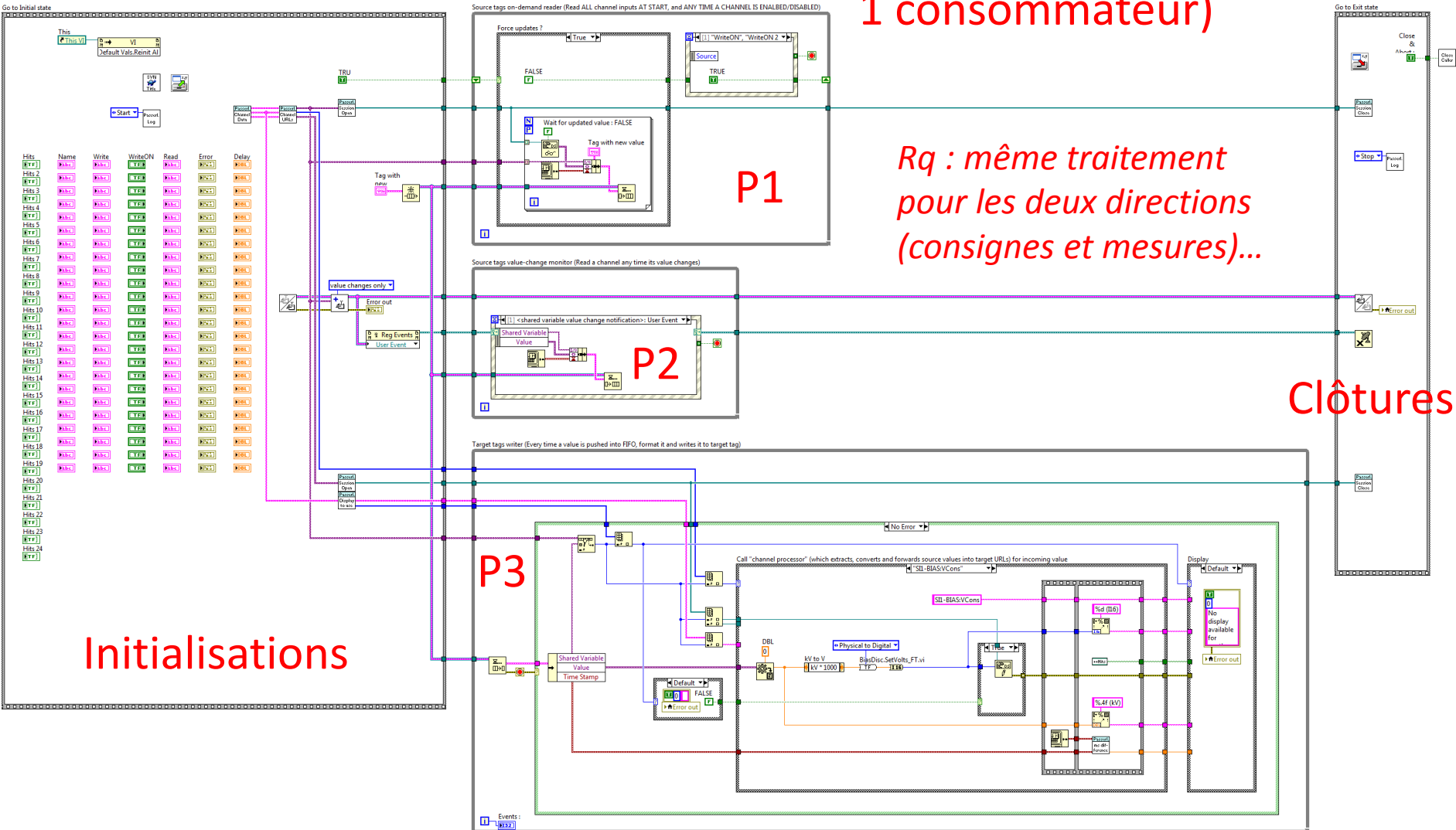


Code

3 processus et 1 FIFO (2 producteurs, 1 consommateur)

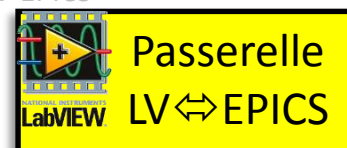
Rq : même traitement pour les deux directions (consignes et mesures)...

Clôtures



Initialisations

LV10 ↔ EPICS

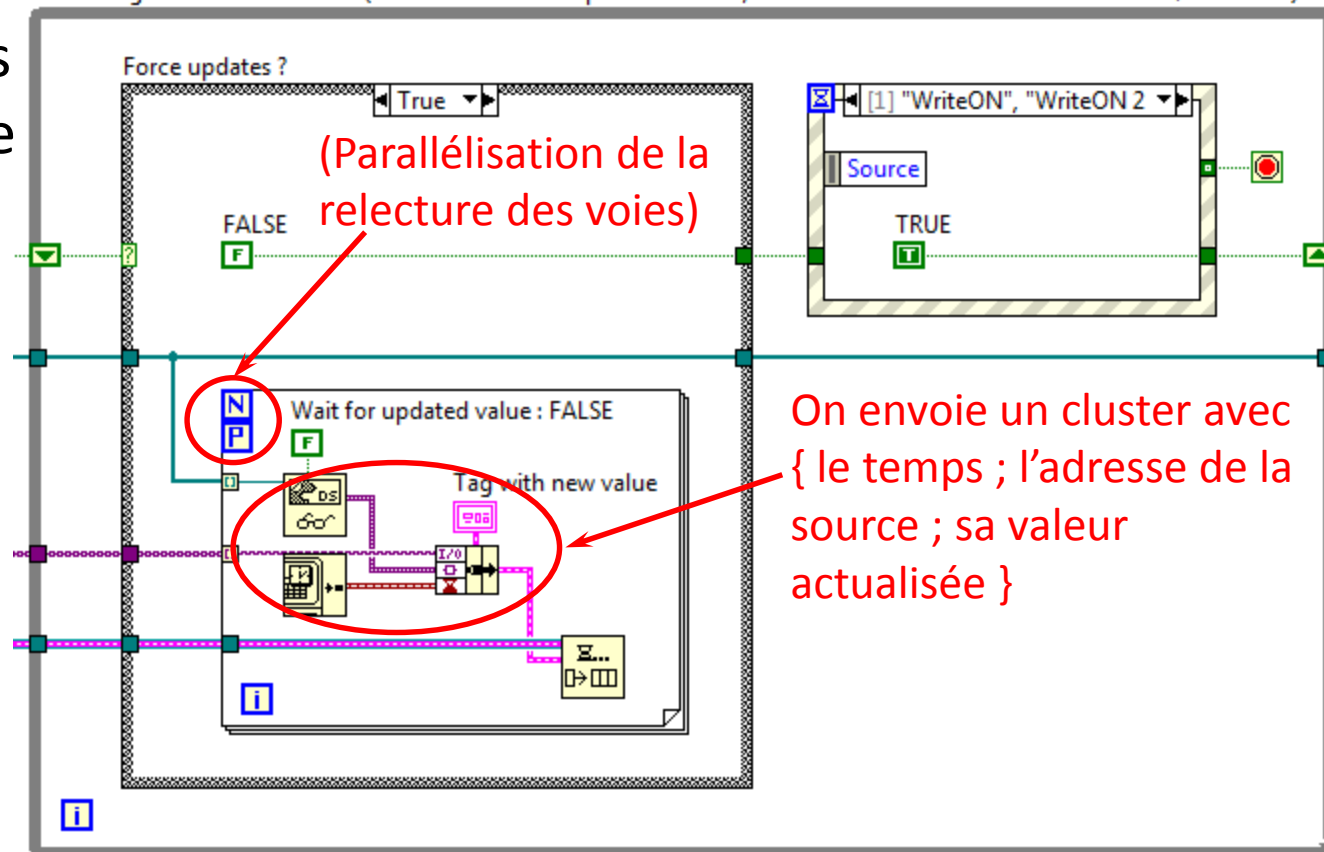


Code

Chaque voie (PV) == une variable partagée, visible dans le moteur du même nom et adressable avec les fonctions datasocket read/write.

P1 (producteur) :
Mises à jour forcées
(états au démarrage
puis en cas
d'activation ou
désactivation d'une
connexion de voie)

Source tags on-demand reader (Read ALL channel inputs AT START, and ANY TIME A CHANNEL IS ENALBED/DISABLED)



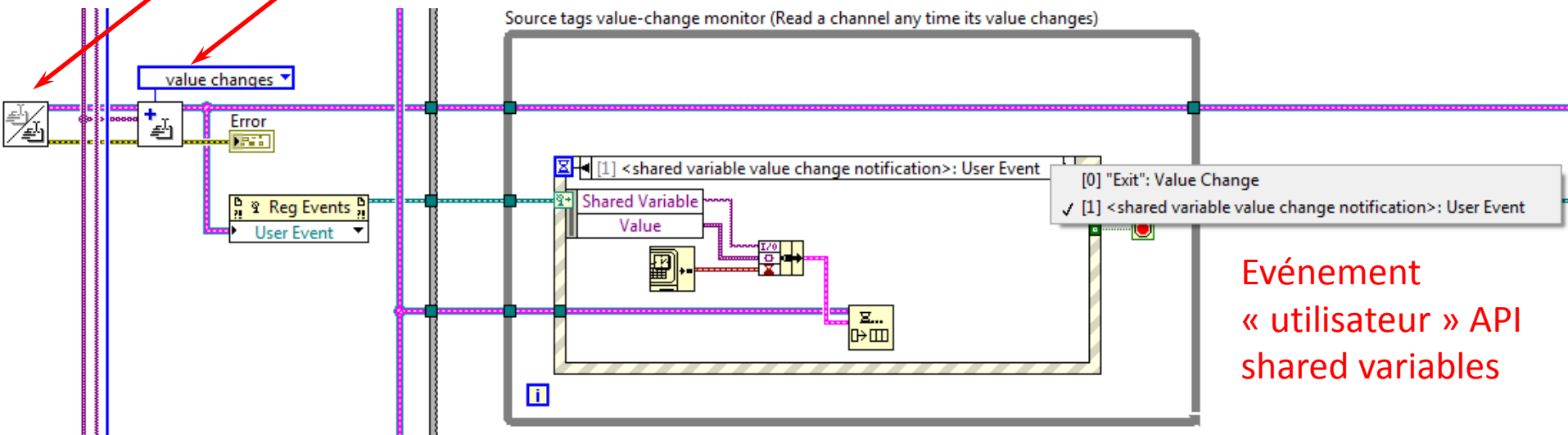
LV10 ↔ EPICS

Code

P2 (producteur) :

Mise à jour sur
changement de
valeur de la
source

(pour les
consignes
reçues via
Channel Access...)



Événement
« utilisateur » API
shared variables

LV10 ↔ EPICS

Code

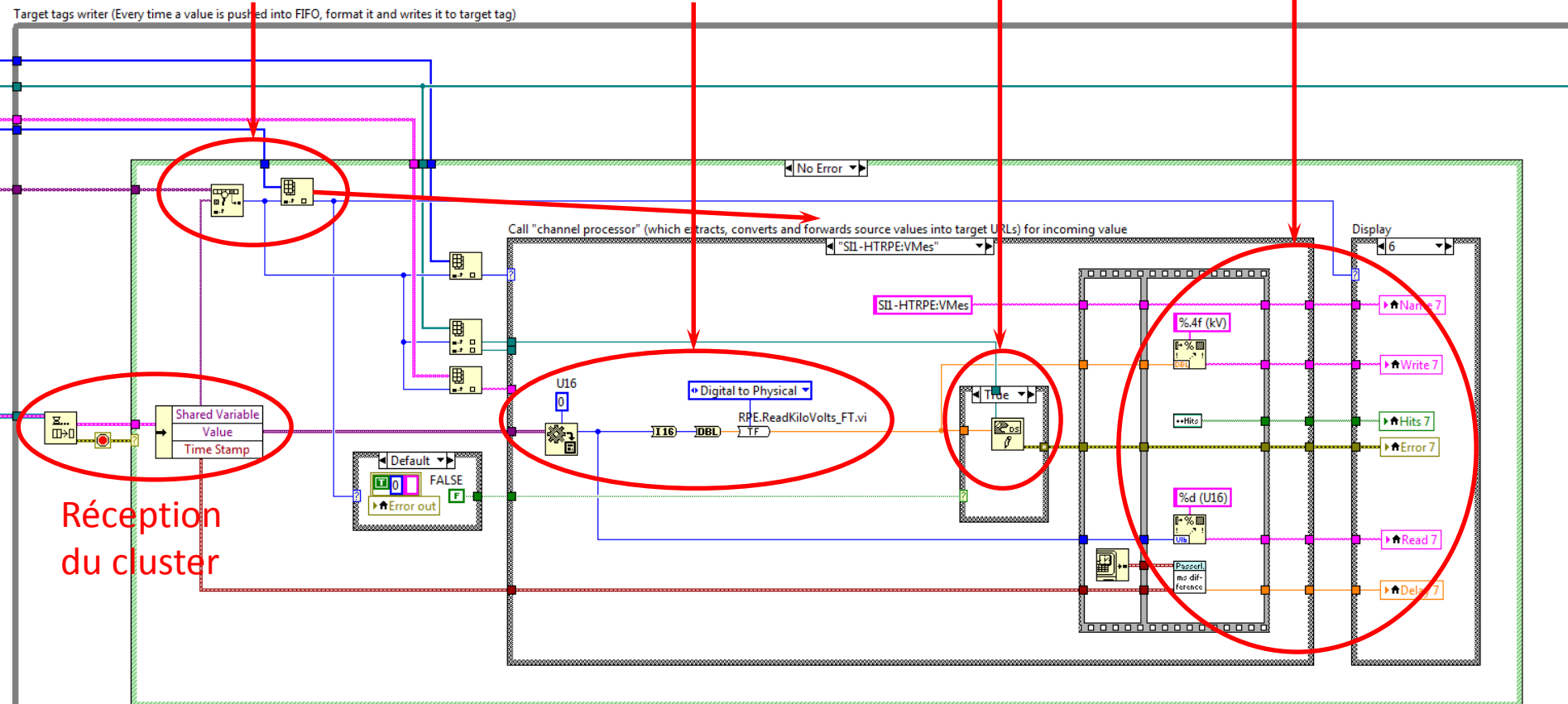
P3 (consommateur) : identifie la voie cible, formate et met à l'échelle la valeur, l'écrit sur la voie cible


La voie cible est « en face » de la voie source (même indice)

Extraction et mise à l'échelle de la valeur à écrire

Ecriture sur l'adresse cible

Mise à jour des affichages, mesure du temps de traitement





LV10 ↔ EPICS

- Contexte
- EPICS c'est quoi ?
- Options d'interfaçage
- Stratégie d'implémentation
- Code
- **Performances et bilan**

LV10 ⇔ EPICS

Performance et bilan

- ✓ *Pas de latence mesurable* une fois le pilotage basculé de LabVIEW seul à EPICS+LabVIEW.
- ✓ Le module DSC requis pour EPICS a finalement fourni le cadre d'une *gestion harmonisée par Variables Partagées* (EPICS, OPC, Modbus TCP) utilisées par adresses (plutôt que par variables).
- ✓ *Passerelle très efficace*, code plutôt ~~simple~~ sain.
- ✗ *CA client seulement* (PV définies sur/par un IOC tiers).
- ✗ Pas d'accès aux *champs de PV autres que .VAL* (en particulier : seuils et états d'alarmes...)
- ✗ Gestion difficile des variables partagées en grand nombre.

 LV10 ⇔ EPICS

Bibliographie & liens

Généralités EPICS

<https://en.wikipedia.org/wiki/EPICS>

<http://www.aps.anl.gov/epics/>

https://wiki-ext.aps.anl.gov/epics/index.php/EPICS_FAQ

[https://www.slac.stanford.edu/comp/unix/package/epics/training/EPICS Overview, Bob Dalesio \(LANL\), 1999/Ph 514](https://www.slac.stanford.edu/comp/unix/package/epics/training/EPICS_Overview,_Bob_Dalesio_(LANL),_1999/Ph_514)

EPICS Tutorial: Overview, D. Barker (TJNAF) & S. Lewis (LBNL), 1998

Introduction to EPICS, Spring 2012 EPICS Collab. Meeting, Matt Boyes (SLAC)

<http://www.aps.anl.gov/epics/docs/GSWE.php>

Interfaces LV-EPICS

<https://wiki.gsi.de/Epics/ConnectingLabVIEWandEPICS>

<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/BEF3C387D96E1A0C86257A3600508278>

<http://tinyurl.com/calab2013> (CA Lab - BESSY, Helmholtz Zentrum Berlin)

CA Lab simplify your LV-EPICS communication (C. Winkler, EPICS Meeting April 2013)

<http://epics.isis.stfc.ac.uk/doxygen/lvDCOM/> (lvDCOM - ISIS, RAL Oxford)