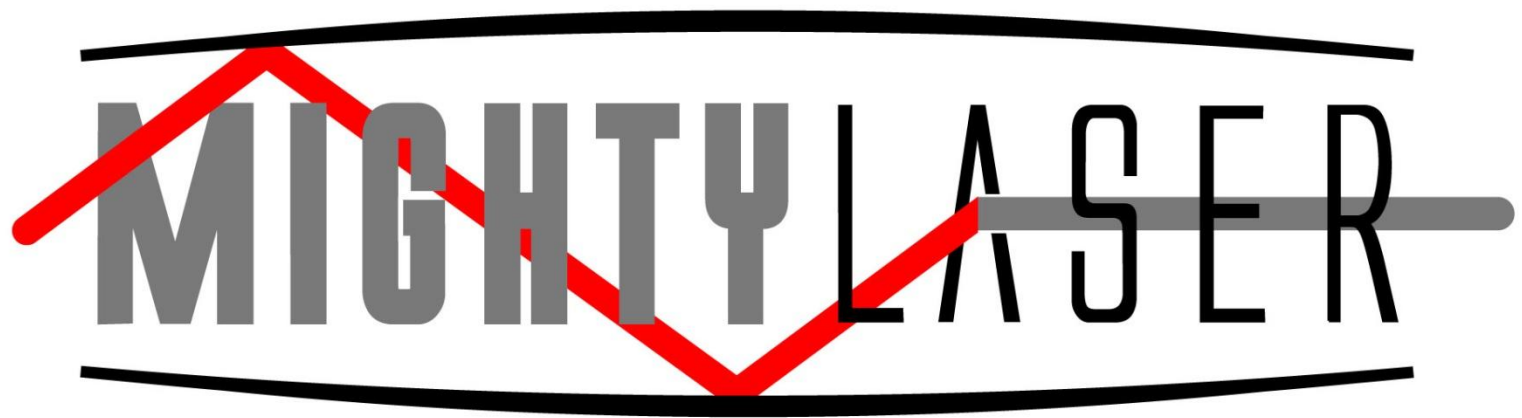




Installation & résultats

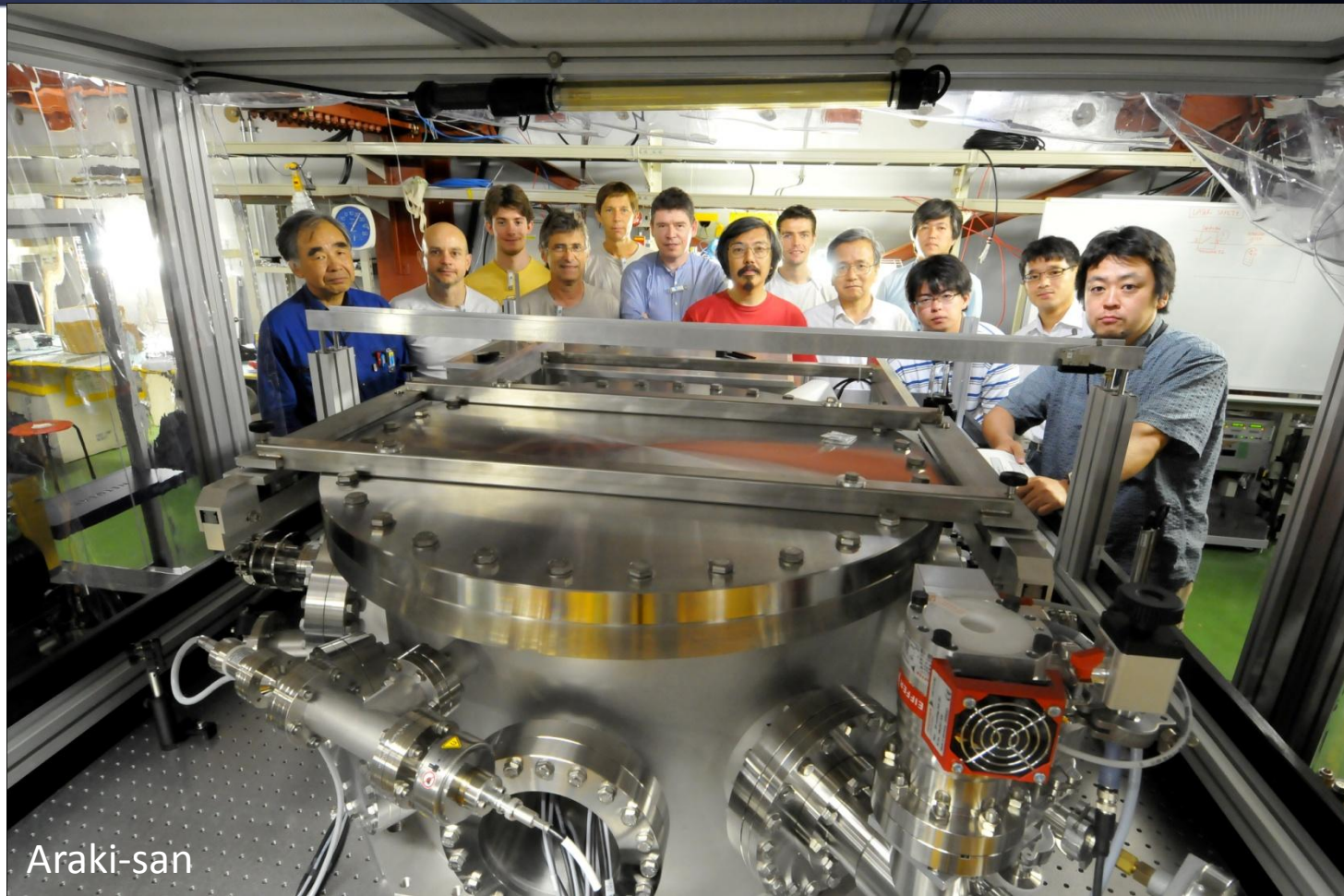
Réunion ThomX

02 – 12 -2010

Ronic Chiche

MightyLaser : a French Japanese Collaboration

F. Labaye, E. Cormier, CELIA CNRS Université Bordeaux 1, Bordeaux, France
T. Akagai, S. Miyosohi, S. Nagata, T. Takahashi, Hishoshima University, Hiroshima, Japan
S. Araki, S. Funahashi, Y. Honda, T. Omori, H. Shimizu, T. Terunuma, J. Urakawa, KEK, Tsukuba, Japan
J. Bonis, R. Chiche, R. Cizeron, M. Cohen, J. Colin, E. Cormier, P. Cornebise, D. Jehanno, N. Delerue, M. Lacroix,
Y. Peinaud, V. Soskov, A. Variola, F. Zomer, LAL CNRS/IN2P3 Université Paris-Sud 11, Orsay, France
R. Flaminio, L. Pinard, LMA CNRS/IN2P3, Lyon, France



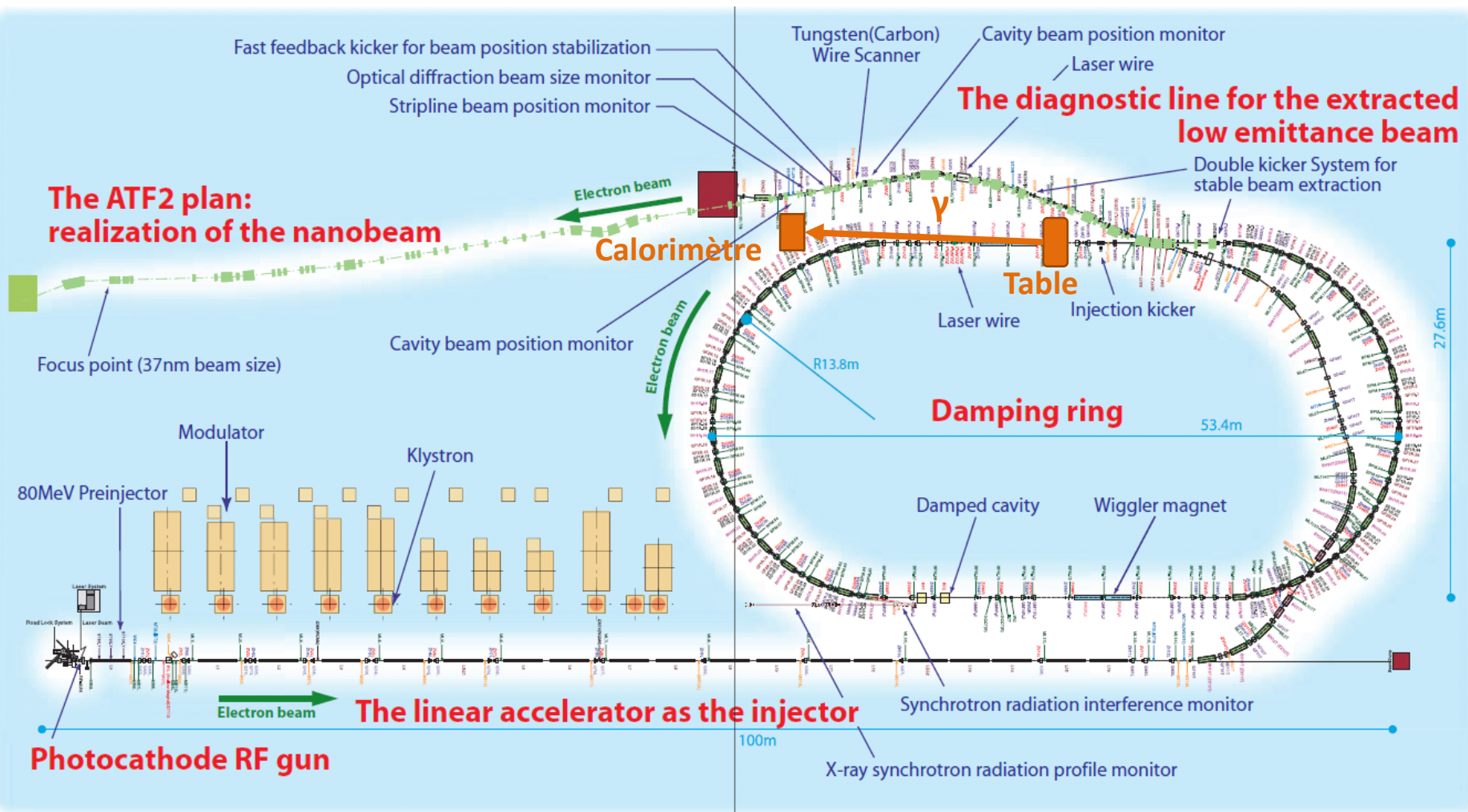
Araki-san

Plan

1. Installation générale
2. Amplification mixte
3. Asservissements
4. Comptons

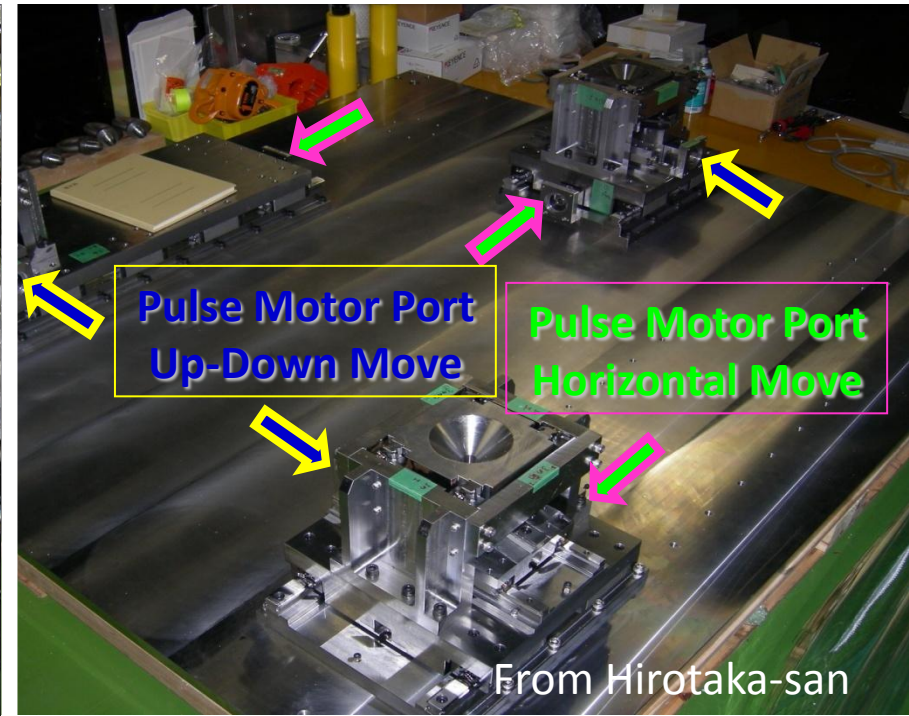
1.1 Infrastructure

Plan de l'anneau ATF



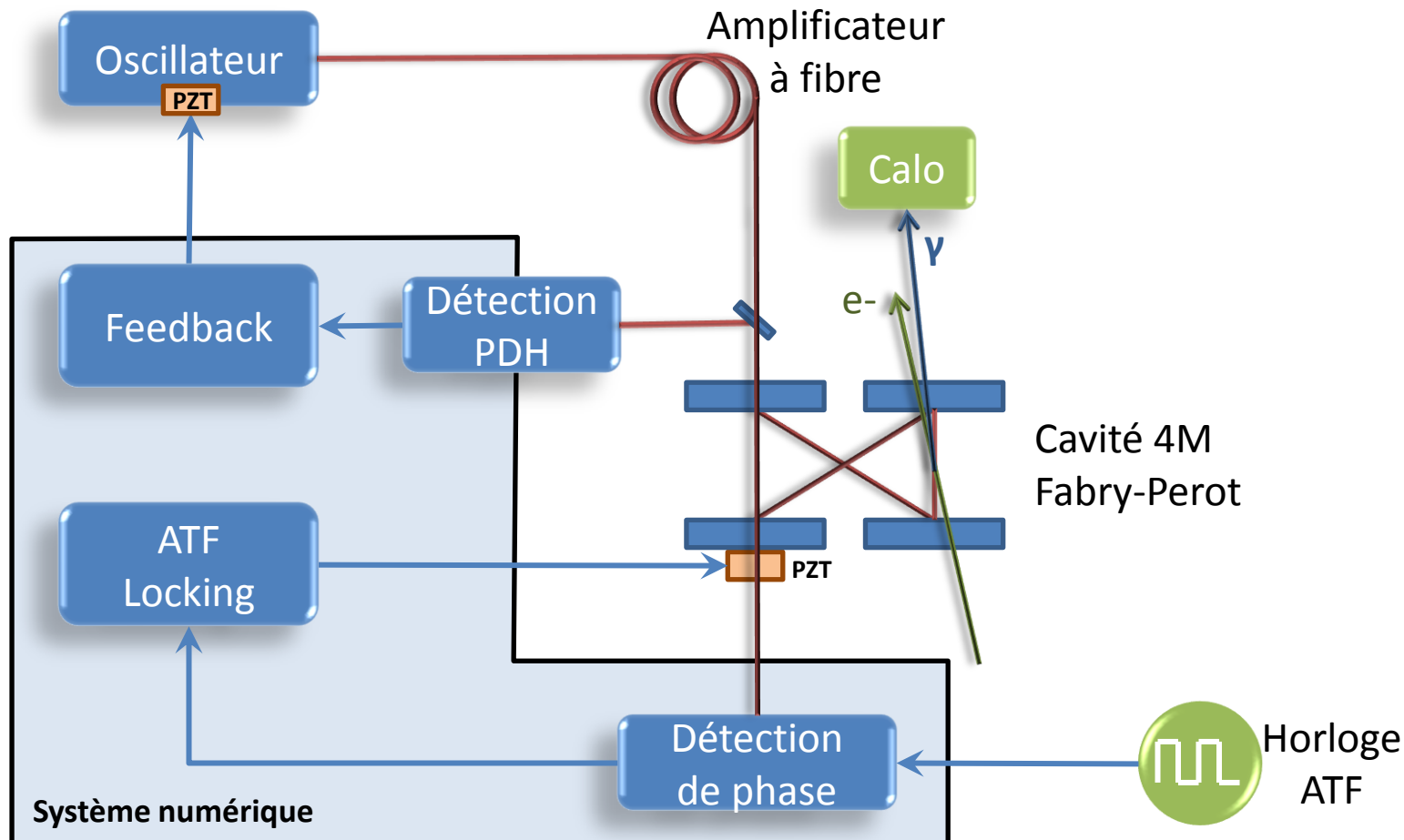
1.1 Infrastructure

Anneau ATF & table optique



1.2 Setup Compton

Schéma de principe

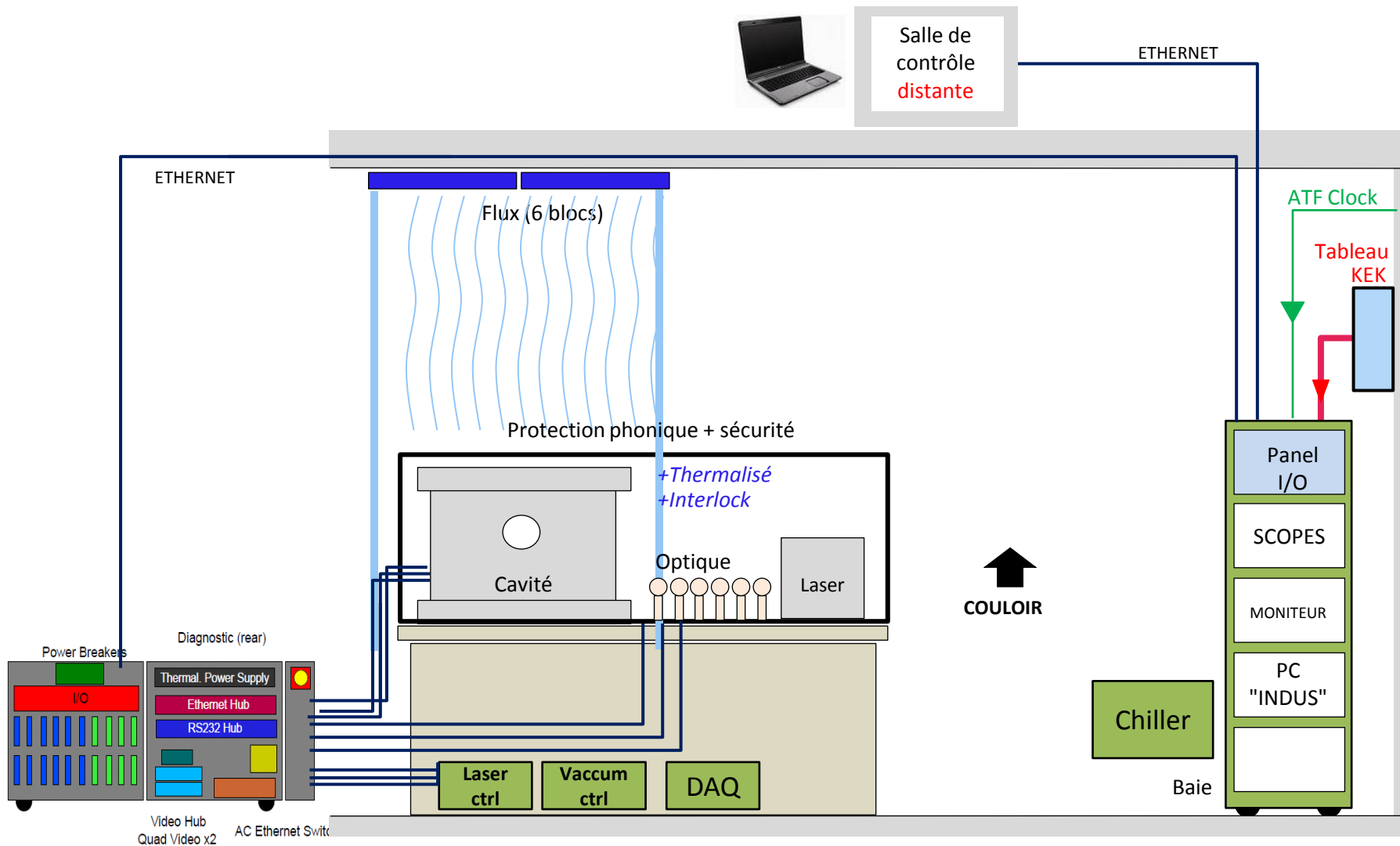


1.2 Setup Compton Installation sur site



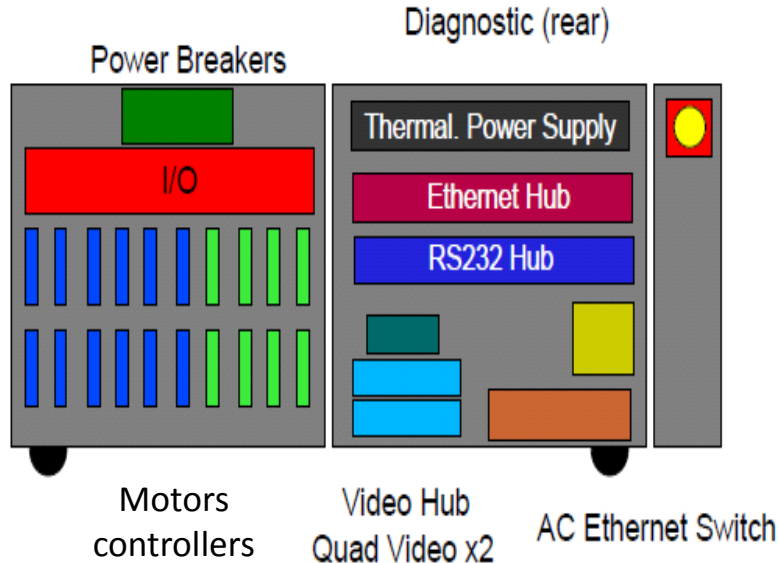
1.3 Control-command

Setup d'installation

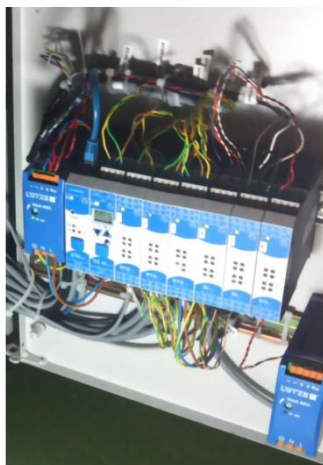


1.3 Control-command

Commande à distance



- 8 RS-232 pilotées par **IP**
 - Pilotage des moteurs de la cavité FP
 - Pilotage des moteurs d'injection
 - Alimentation pour la thermalisation du Housing
 - Contrôleurs vide (RGA / TPG300 / Ionique)
 - Contrôleurs optique (Chiller / Diode)
- Serveur vidéo **IP** pour caméras
- Switch AC piloté par **IP** pour power on/off
- Module PMA piloté par **IP**
 - Lecture des sondes PT100
 - PID pour la régulation de température
 - I/O pour pilotages du laser
 - I/O pour sécurité laser
- Locking piloté par **IP**
- Caméras USB sur PC relu par **IP**
- Hub Ethernet



1.3 Control-command

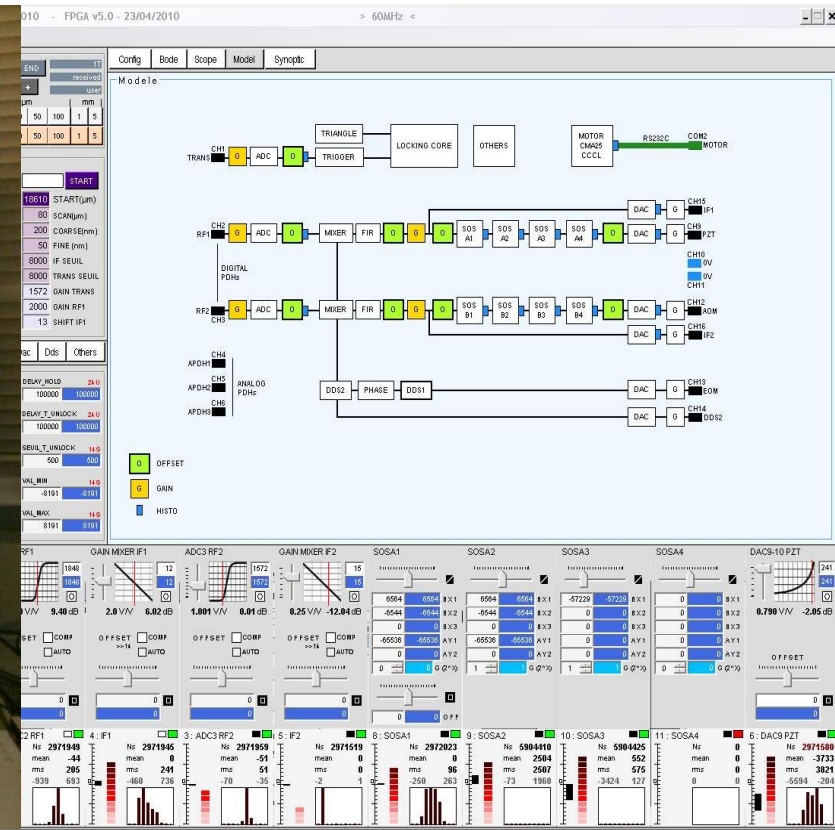
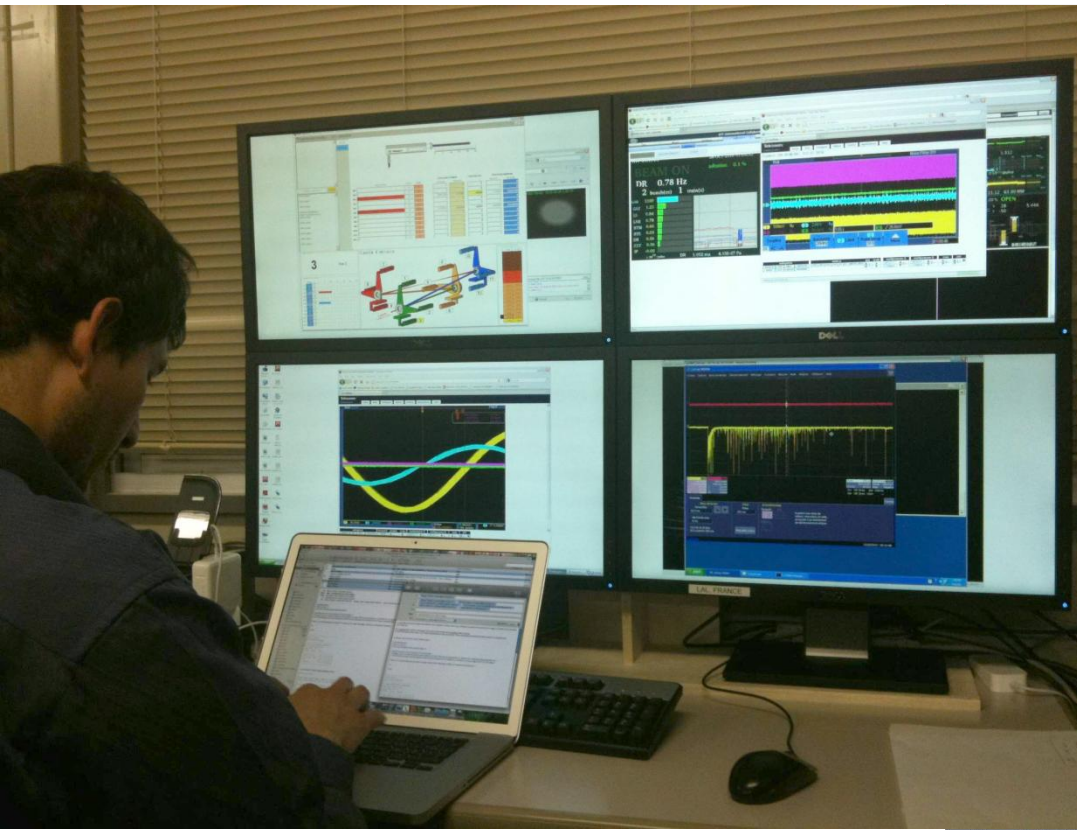
« Control-room »

Pas d'intégration soft : Le control-command est vu comme une somme de solutions à des problèmes particuliers

Quasi-cohérence Hardware :
RS232 - Ethernet - I/O - USB
⇒ Ethernet
⇒ Ports série virtuels

Pas de cohérence Software :

- Programmes en C++
- Serveurs web
- Logiciels ad-hoc



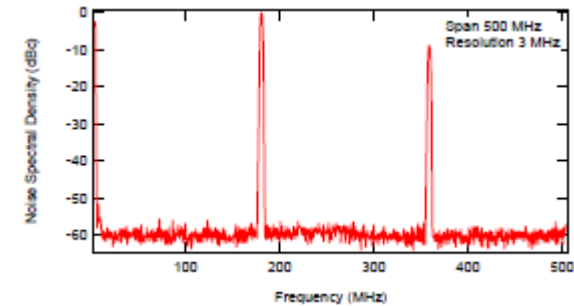
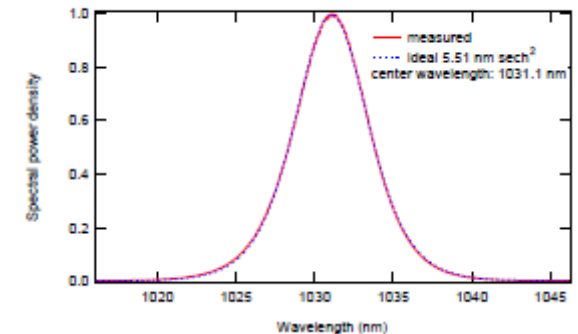
Plan

1. Installation générale
2. Amplification mixte
3. Asservissements
4. Comptons

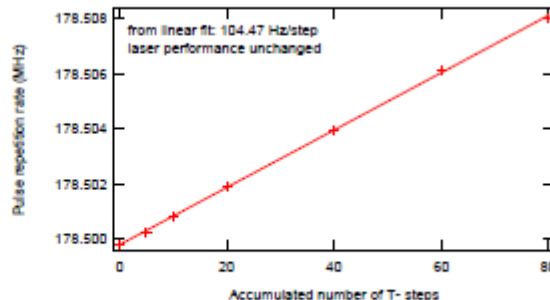
2.1 Laser OneFive – Origami Datasheet



Oscillator:



Coarse repetition rate tuning:



Safe number of steps at "To Sync" port: +100/- 50
Change of repetition rate per step: 104.47 Hz/step
Coarse tuning range > +/-10 kHz

PZT 1:

not measured again, as not used
Safe input voltage range at port PZT1: 0 – 100V
Change of repetition rate (from February data): 23.39 Hz/V
PZT1 tuning range > 2.29 kHz
Pin out: core negative / shield positive

PZT 2: not working

Origami - 10 Specification Sheet

Serial number: 076

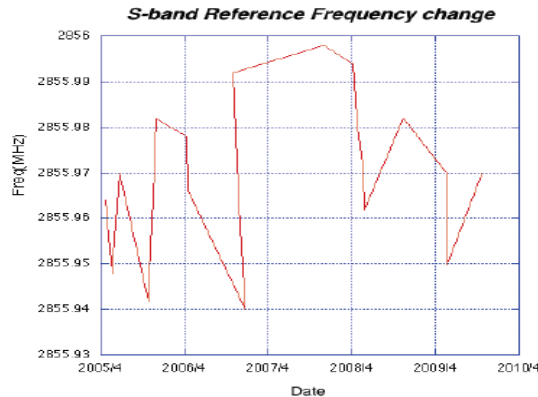
Date of test: 16.11.2010

Ambient temperature: 25°C

Performance of oscillator

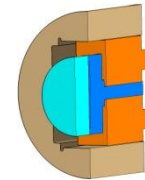
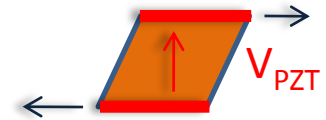
Average output power:	250 mW
Pulse repetition rate:	178.499796 MHz @ 0 V on piezo
Pulse duration:	209 fs
Center wavelength	1031.13 nm (centered to customer provided CVBG)
Spectral width (FWHM)	5.51 nm
Time-bandwidth product	0.32
Polarization extinction ratio	28.1 dB

2.1 Laser OneFive – Origami Actuators

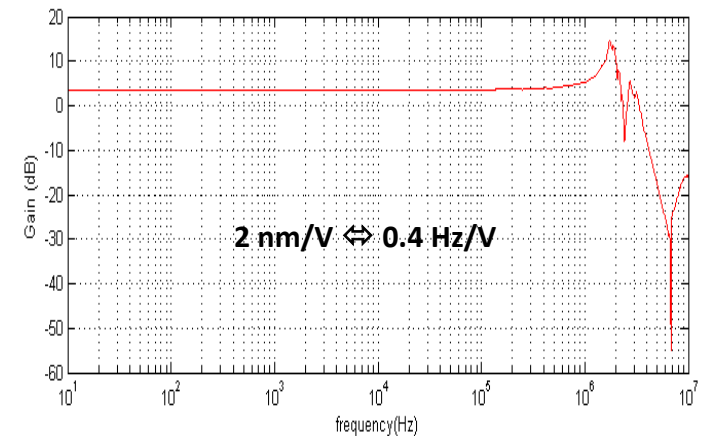
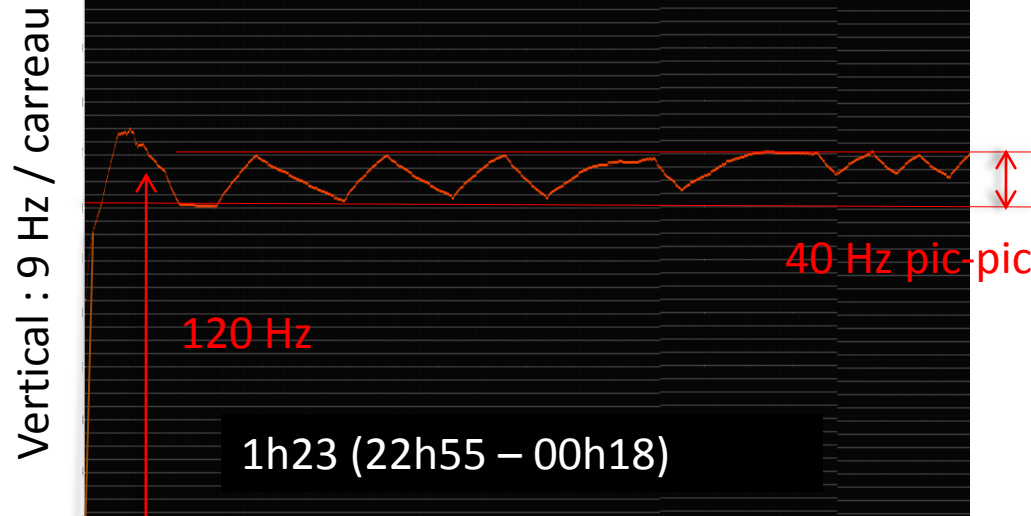


=> +/- 2.2 kHz / 178.5MHz

PZT en cisaillement

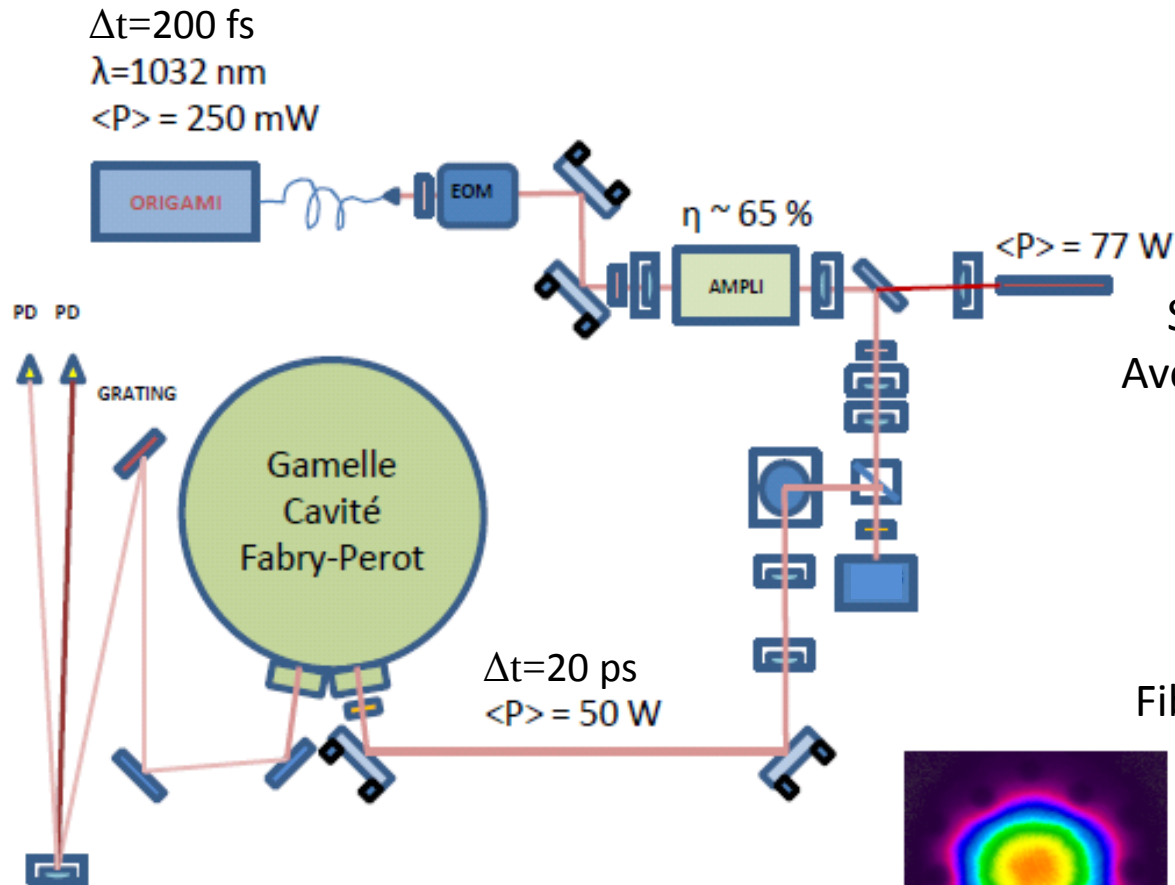


Dynamique : Peltier 120 Hz / step



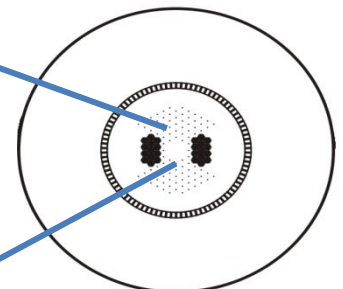
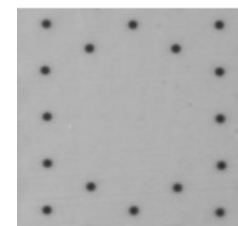
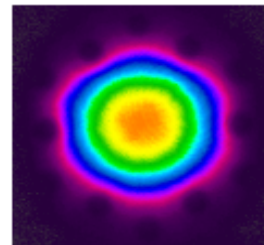
2.2 Amplification par fibre

Schéma de principe



Système d'amplification CPA
 Avec Gratings en entrée et sortie
 Etirement-Compression
 $\lambda_0 = 1031.5 \text{ nm}$
 $\Delta \lambda = 2.5 \text{ nm}$

Fiber amplifieur



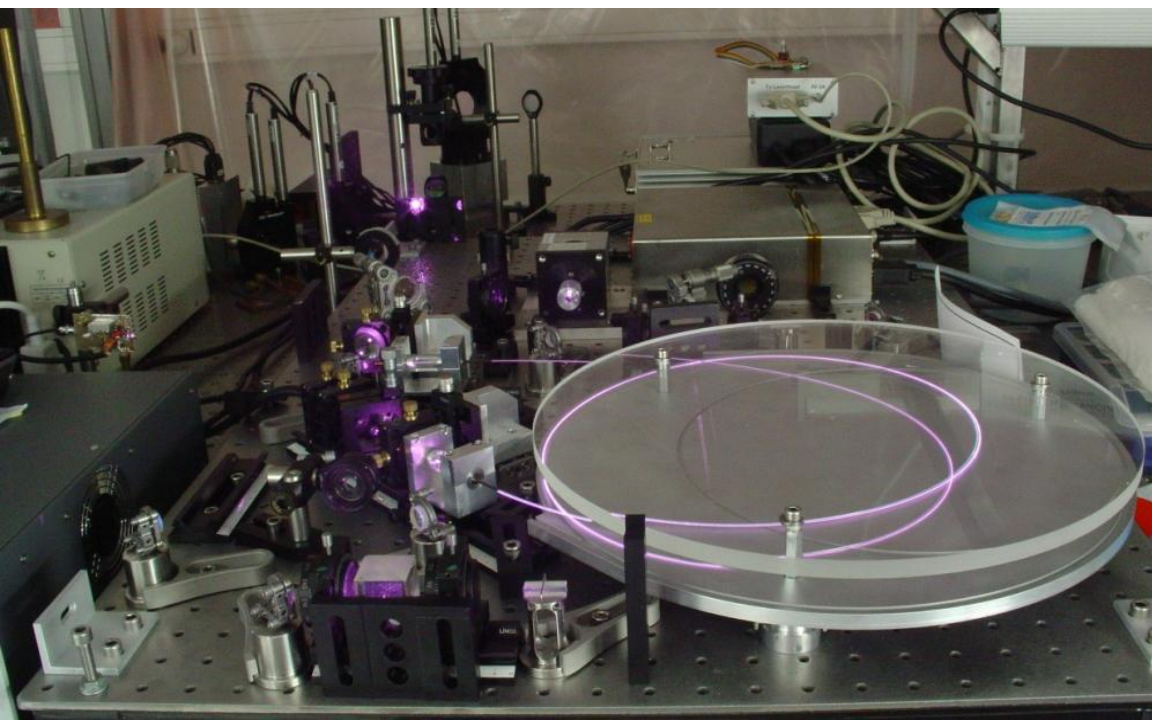
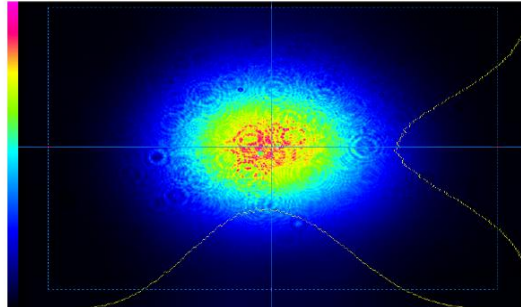
$\varnothing \text{ core} = 40 \mu\text{m}$
 $\varnothing \text{ cladding} = 200 \mu\text{m}$

2.2 Amplification par fibre

Setup sur table

Injected beam

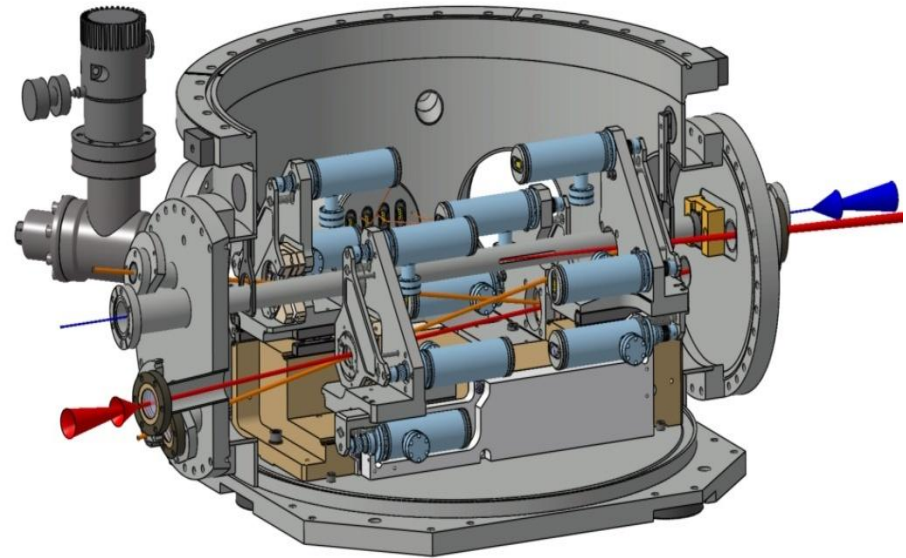
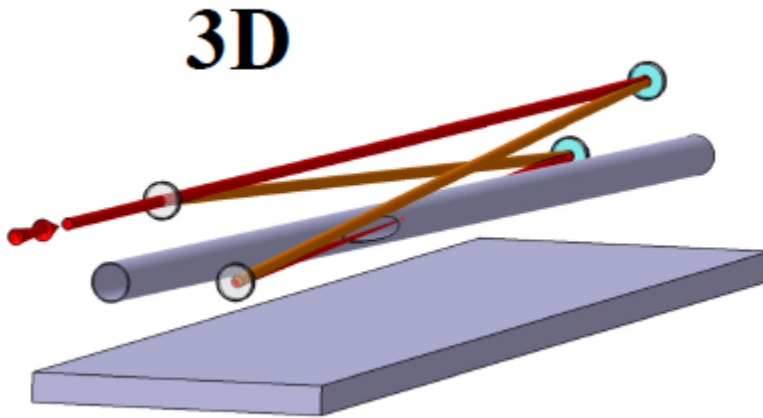
- Correlation with gaussian : 97%
- Average power : 2W
- Seize :
Horizontal = 3.7mm
Vertical = 3mm



200W obtained but spot not stable
Power fixed to 50W to get stable
laser beam => 10 W @ KEK

2.3 Cavité Fabry-Perot

Conception



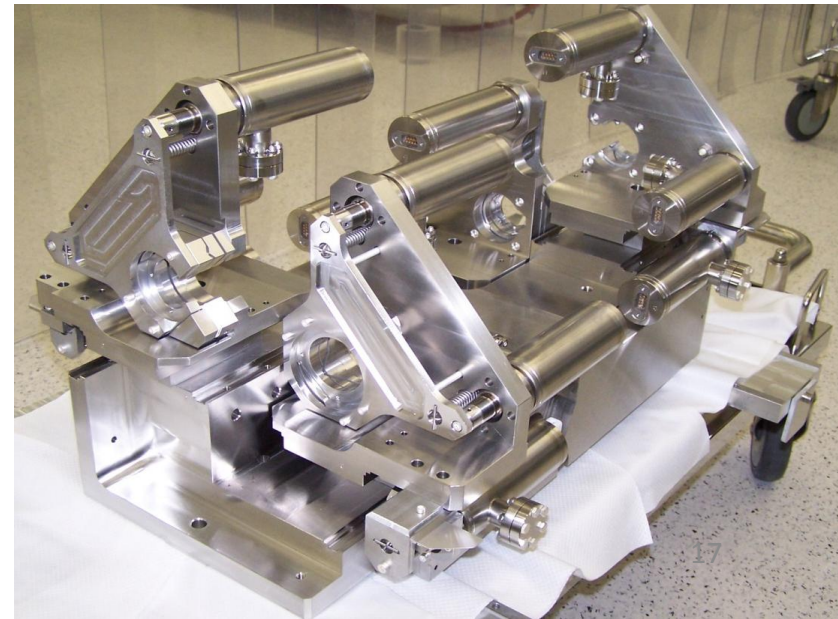
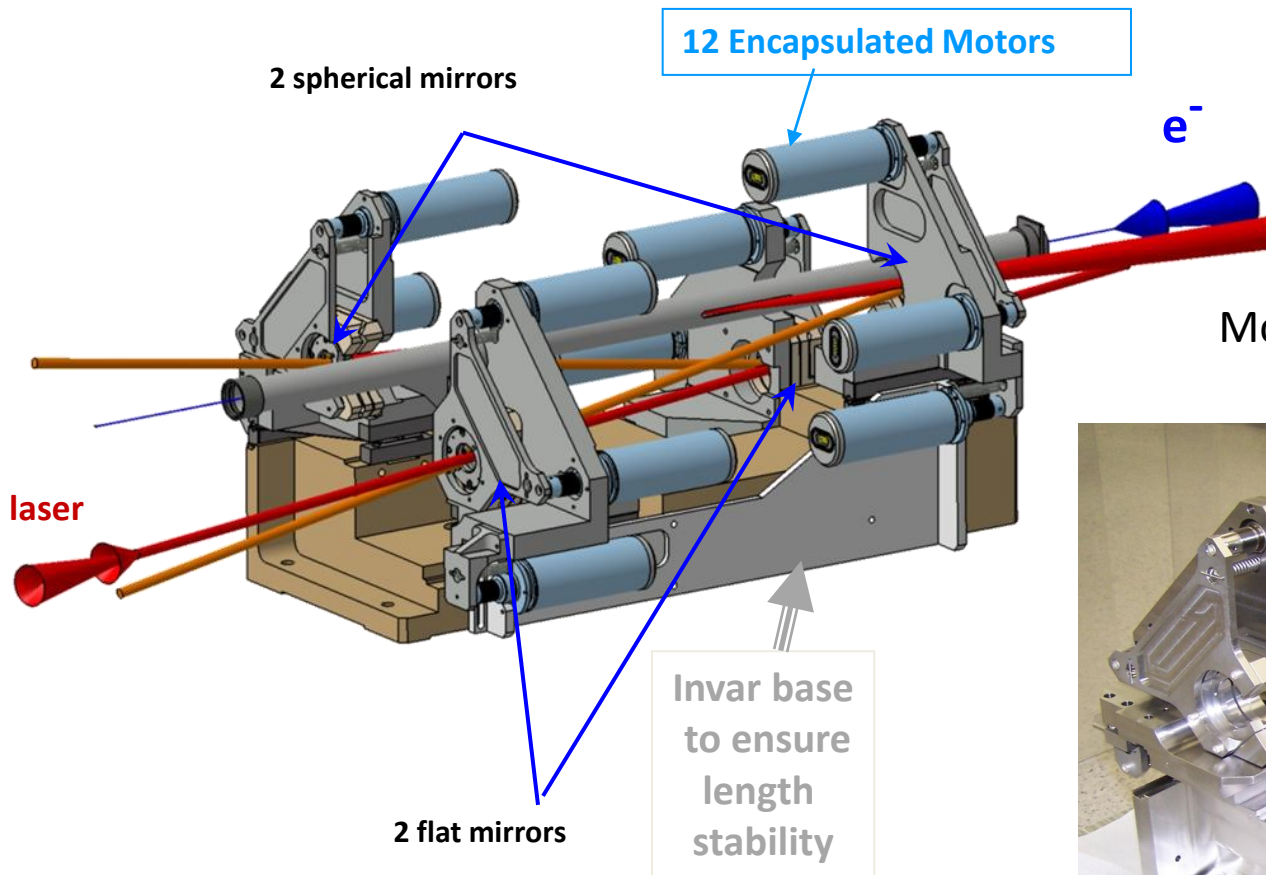
Géométrie « Berlingot » à 4 miroirs :

- Conservation de la polarisation
- Répond aux contraintes mécaniques d'ATF
- Permet un faible « waist » $\sim 70 \mu\text{m}$
- Tout en étant stable optiquement / mécaniquement
- Topologie originale : brevet LAL

- 12 Moteurs :
 - Alignement
 - Longueur
 - 1 inch de dynamique
 - Précision $\sim 10\text{-}25 \text{ nm}$
- 1 PZT
 - $4,65 \text{ nm/V}$

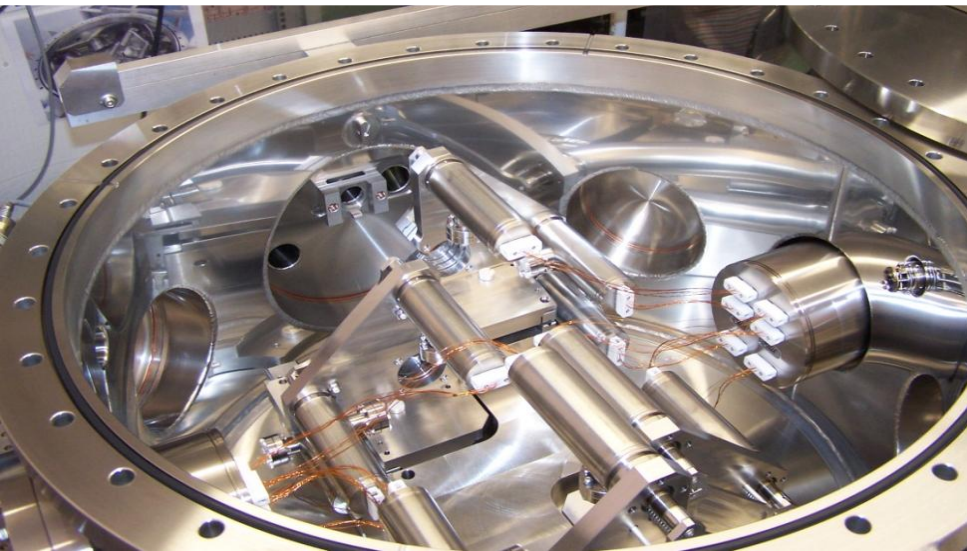
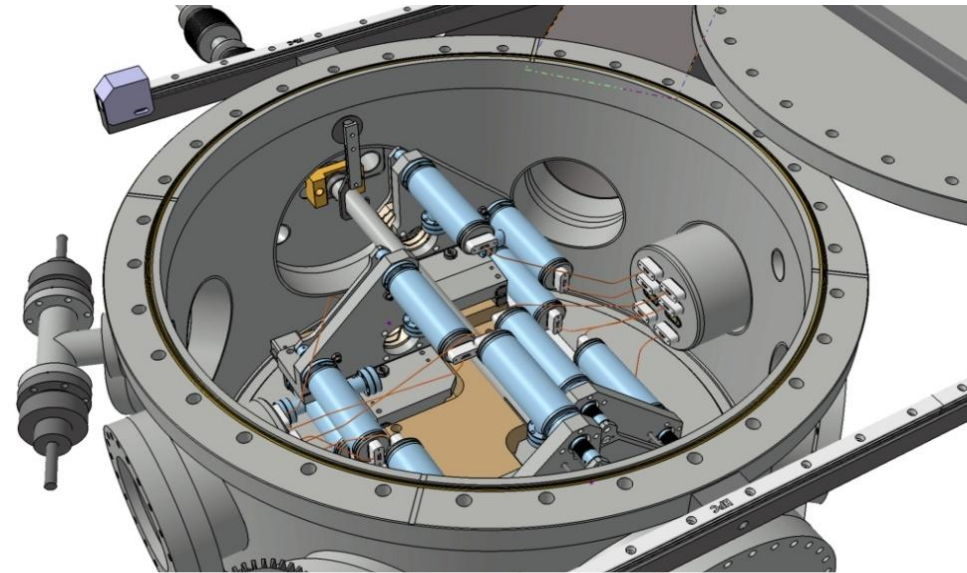
2.3 Cavité Fabry-Perot

Conception

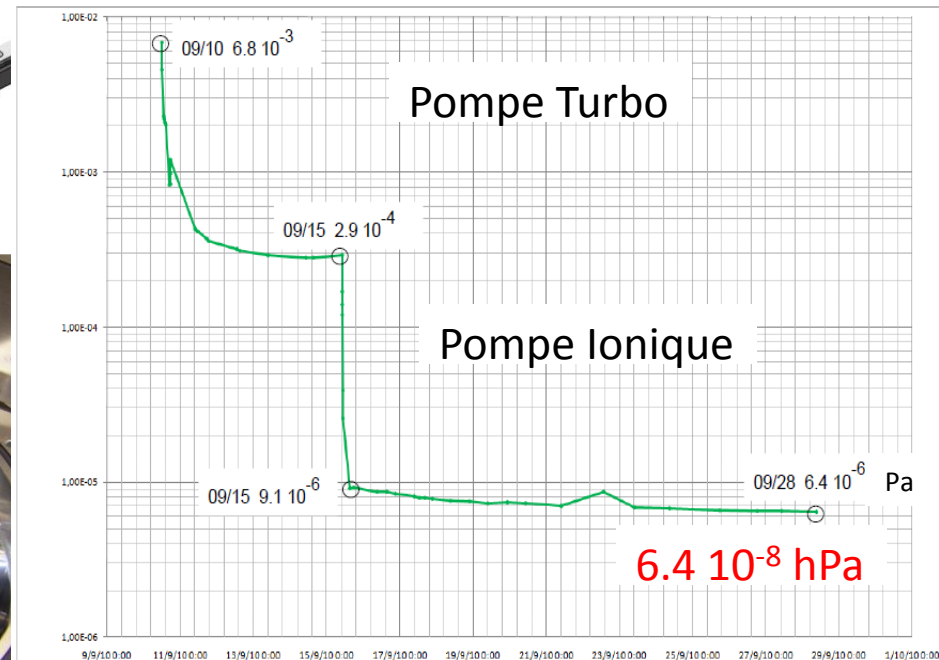


2.3 Cavité Fabry-Perot

Réalisation & mesure de vide



Mesure au RGA => OK

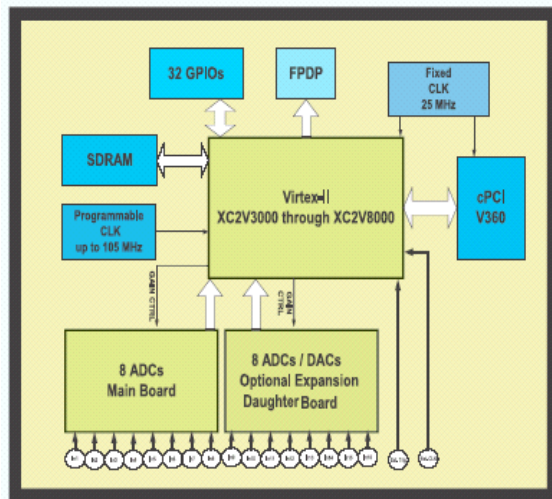
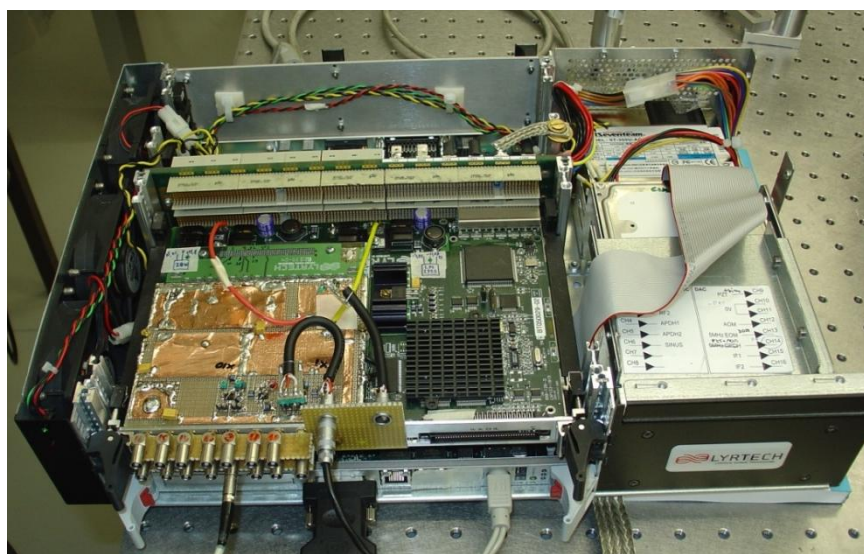


Plan

1. Installation générale
2. Amplification mixte
3. Asservissements
4. Comptons

3.1 Système Numérique

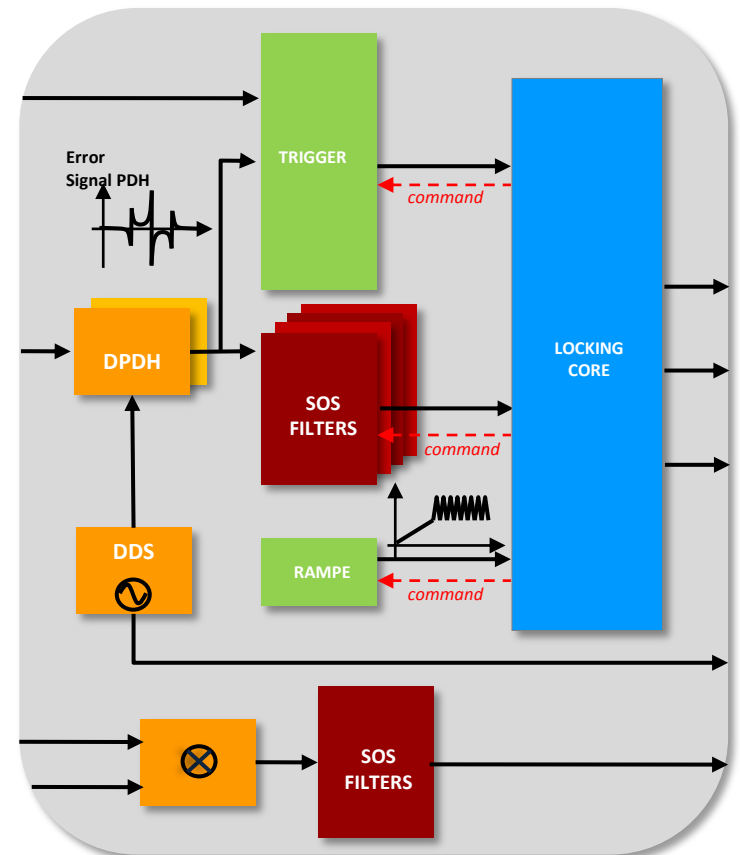
Hardware & fonctionnalités



Upgrade de la
carte DAC au LAL

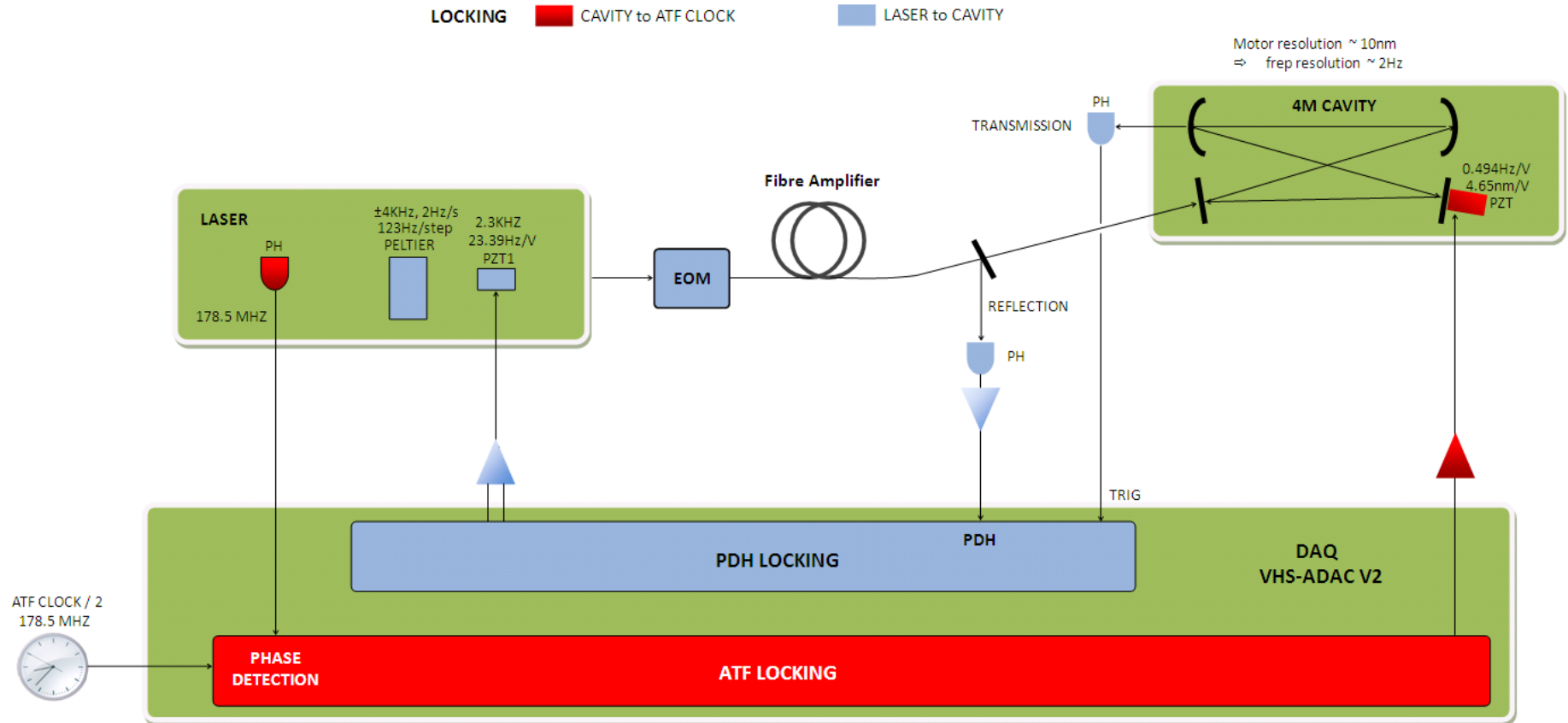
Clk = 100 MHz
8x ADC 14 bits
8x DAC 14 bits
FPGA Virtex II

FPGA Virtex II



3.1 Système Numérique

2 asservissements

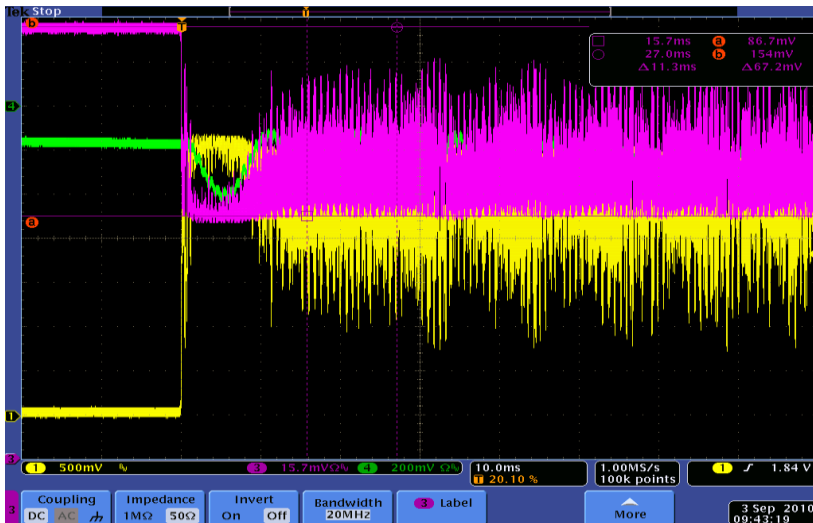


3.2 Locking

Laser / cavité Fabry-Perot

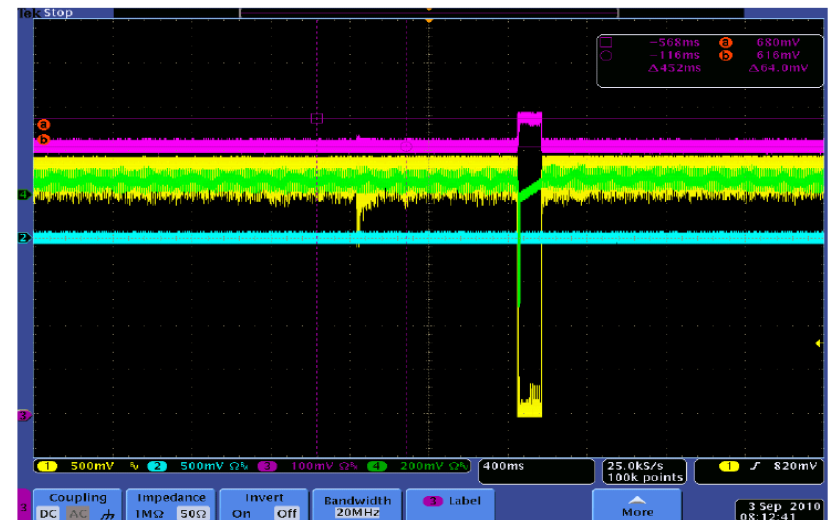
Locking sur le fondamental :

- couplage maximum $\sim 50\%$ (mais pas limité seulement par le couplage spectral)
 - Mais $\Delta\phi_{CE}$ n'est pas compensé !
 - Potentiellement trop de bruit
- Limite de stabilité
- Forme de l'instabilité mal comprise pour l'instant
- 3 approches pour l'amélioration:
 - « Model based » mais modèle mal connu
 - Empirique basé sur le « bon lock » sur la 1ere harmonique
 - Estimation spectrale par identification



Locking sur la 1ere harmonique :

- Couplage $\sim 10\%$
- Très stable => lock pendant 4h
- Cause de la bonne stabilité : BP de la cavité FP plus grande donc moins de déphasage à la fréquence critique
- Faible gain : estimation de 1kW dans la cavité
- On attend >50 kW mais puissance en entrée = 10W
- Il manque un facteur 5 dans le couplage avec la cavité FP



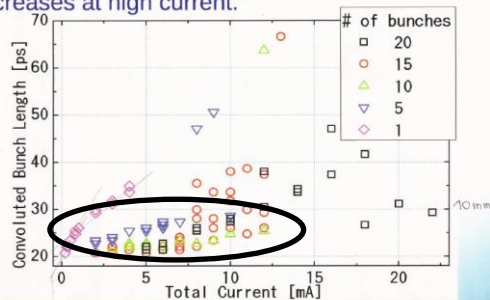
3.3 Locking

Cavité Fabry-Perot / ATF

Electrons Bunches width $\sim 20 - 30$ ps

Convolved Bunch Length vs Current

We observe convolved bunch length increases at high current.

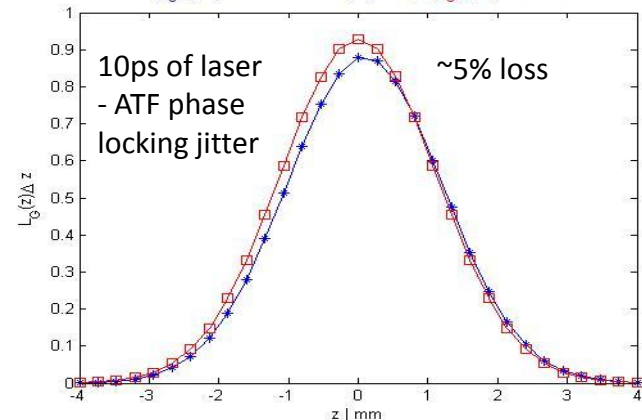


+ Photons pulses
FWHM ~ 20 ps $\Rightarrow$

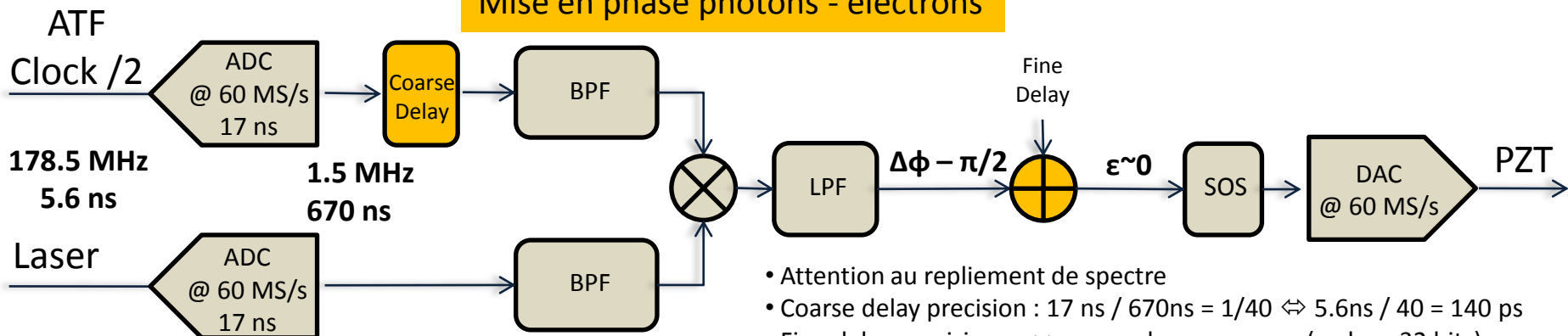
Perte de luminosité

$s_{z,\text{electron}} \sim 30\text{ps}$, $\text{FWHM}_{\text{laser}} \sim 15\text{ps}$

$\Sigma(L_G(z)\Delta z) = 17.5468$ for 10 ps jitter $\parallel \Sigma(L_G(z)\Delta z) = 18.4849$



Mise en phase photons - électrons



- Attention au repliement de spectre
- Coarse delay precision : $17 \text{ ns} / 670 \text{ ns} = 1/40 \Leftrightarrow 5.6 \text{ ns} / 40 = 140 \text{ ps}$
- Fine delay precision : $\ll \text{ps}$ en valeur moyenne (codage 32 bits)
- Fonctionne bien si jitter faible entre voies d'ADC

3.3 Locking Cavité Fabry-Perot / ATF

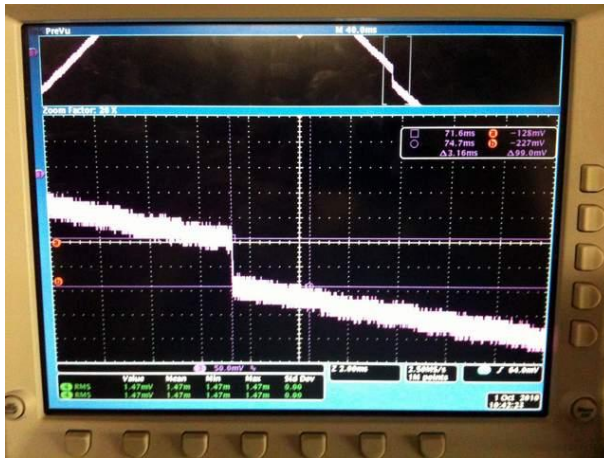
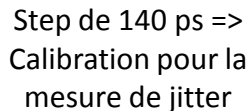
Bruit et performances

- ## 1. Approche en fréquence

On a intégré à la DAQ un compteur en fréquence précis au Hz / 178.5MHz

- ## 2. Lock en phase

Actuellement, à KEK, le jitter de phase est de 10 ps RMS
mais 10ps RMS de bruit de détection, donc normal...



Accrochage =>



3. Sur table au LAL, avec une DAQ plus récente, on a mesuré le jitter entre voies par mesure de bruit de phase => 0.6 ps.

On obtient le même bruit de mesure (0.7ps) en détection de phase => bruit dominant

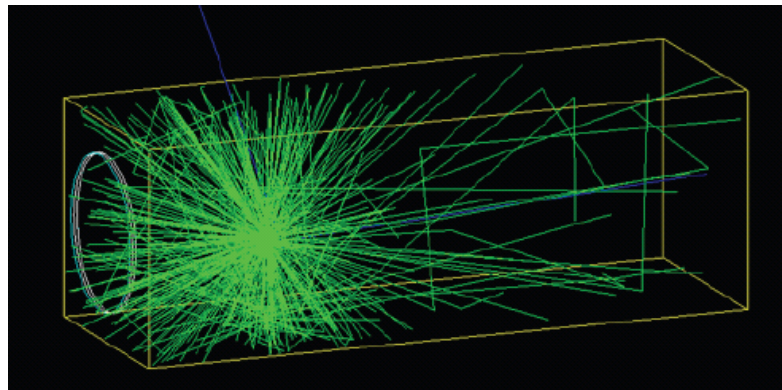
Plan

1. Installation générale
2. Amplification mixte
3. Asservissements
4. Comptons

4.1 Calorimètres Compton

Double activité

- Ancien calorimètre :
 - Faible bande passante => n'est pas résolu bunch par bunch
 - Prise de données
- Nouveau calorimètre :
 - Etudiante en thèse (Iryna Chaikovska) sur la modélisation / simulation du calorimètre et l'influence des paramètres de DAQ
 - Etude d'un système de DAQ rapide (1GHz – 3GS/s) pour la mesure d'énergie bunch par bunch et l'analyse de faisceau



4.2 Anneau de stockage

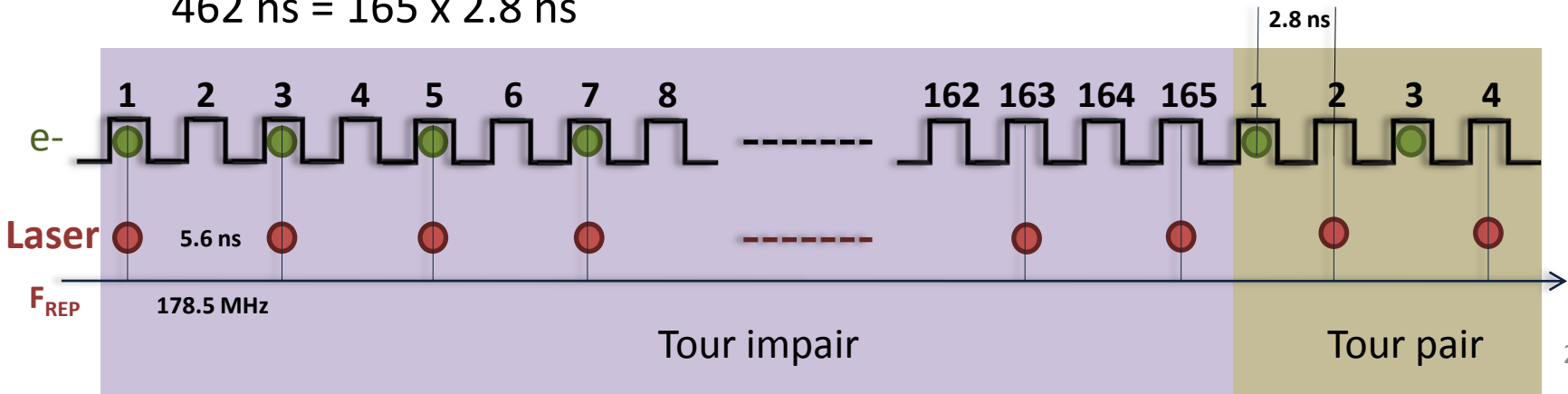
Structure temporelle

- $L_{DR} = 138 \text{ m} \leftrightarrow T_{DR} = 462 \text{ ns} \leftrightarrow F_{DR} = 2.16 \text{ MHz}$

Performance		
Beam energy:	1.28	GeV (in normal operation)
Beam intensity in the single bunch mode:	2.0×10^{10}	electrons per bunch
Beam intensity in the multibunch mode:	0.7×10^{10}	electrons per bunch $\times$ 20 bunches
Beam repetition:	0.8 – 6.3	Hz
Emittance in X direction (in the limit of zero beam intensity)	1.0×10^{-9}	rad.m (at 1.28GeV)
Emittance in Y direction (in the limit of zero beam intensity)	4.0×10^{-12}	rad.m (at 1.28GeV)
Typical beam size:	$70 \mu\text{m} \times 7 \mu\text{m}$ (rms horizontal $\times$ rms vertical)	

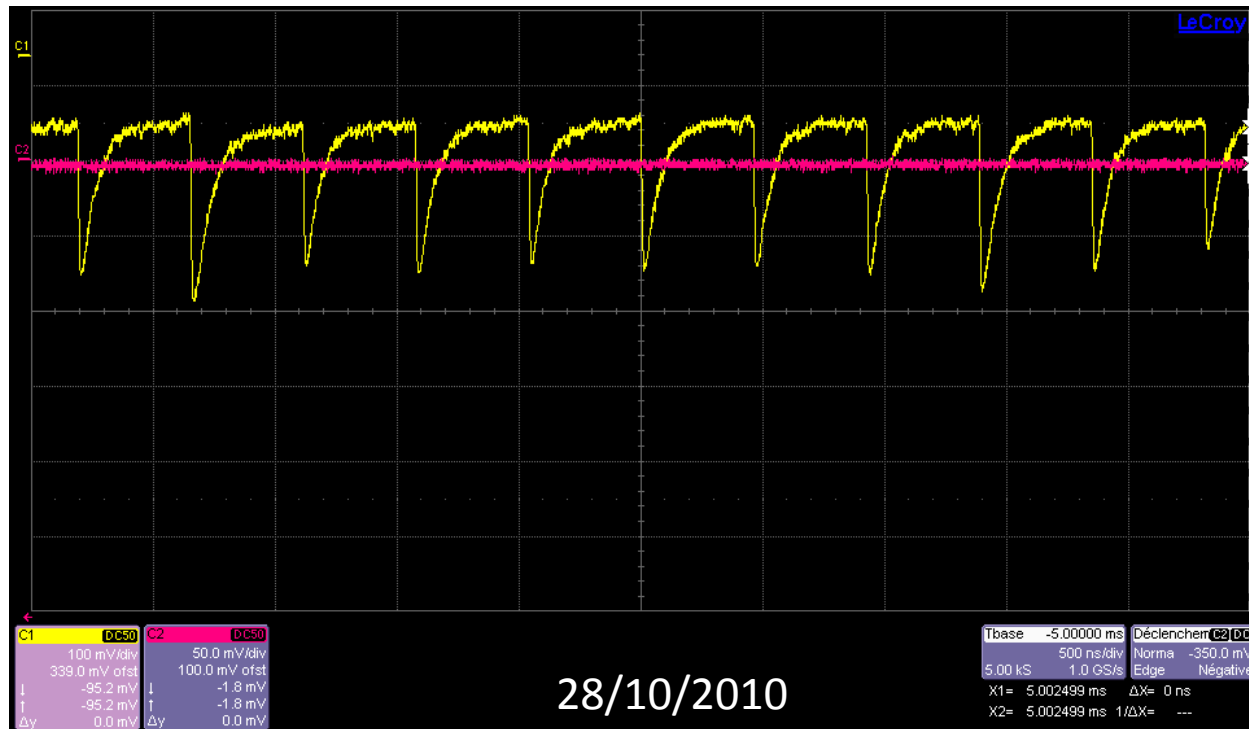
- 20 buckets espacés de 2.8 ns (357 MHz)

$$462 \text{ ns} = 165 \times 2.8 \text{ ns}$$



4.3 Comptons

Premiers signaux



- Diode de pompage du Laser morte le 1/11
 - Pas eu le temps de calibrer la mesure avec la cavité 2M des Japonais
 - Pas d'histo en énergie des Comptons => indications sur la qualité des locks
- Laser à nouveau réaligné / locké sur la cavité Fabry-Perot le 1/12
 - Comptons à nouveau détectés mais manip. encore en cours de réglage

Notre futur

- Puissance en sortie de fibre : 10W
 - Puissance attendue : $\sim 100W$
 - $\Rightarrow$ Mise en place des sécurités pour la fibre
 - $\Rightarrow$ Etude de la dynamique faisceau pour $P > 50W$
- Lock sur la 1ere harmonique : couplage $\sim 10\%$
 - Lock attendu sur fondamental : couplage $\sim 50\%$
 - $\Rightarrow$ Estimation du système... par identification
 - $\Rightarrow$ Amélioration du feedback (meilleure estimation + PZT large bande)
- Premiers Comptons vus
 - Nécessite de retrouver les mêmes conditions avant la panne
 - $\Rightarrow$ Calibrer les signaux Compton
 - $\Rightarrow$ Démarrer l'analyse des spectres en énergie.