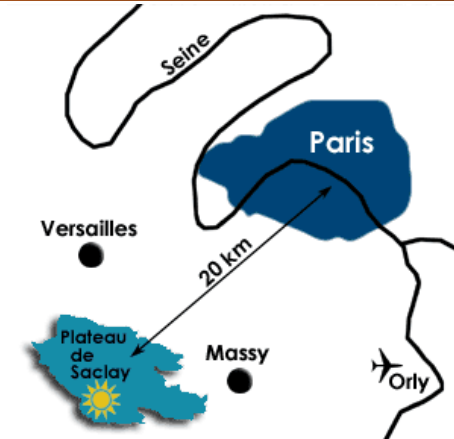


Imagerie X multimodale à haute résolution sur la ligne de lumière Nanoscopium de SOLEIL

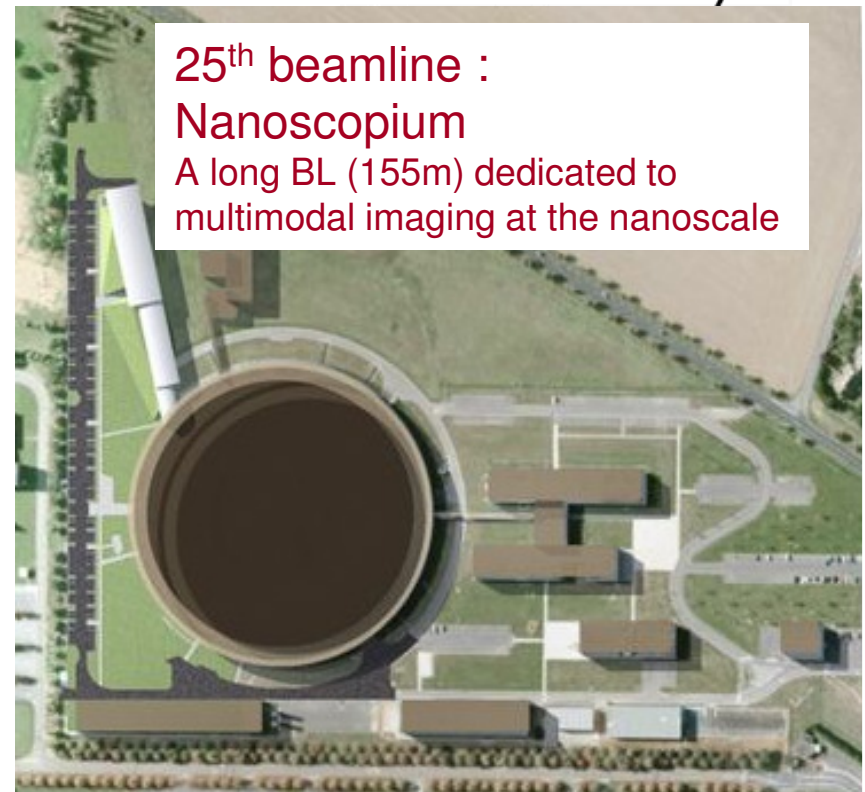
K. Medjoubi , Synchrotron SOLEIL



Main parameters of Soleil

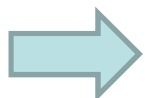
- Machine Energy : 2.75 GeV
- Ring circumference : 354 m
- Current : 500 mA

24 beamlines (Far IR $\rightarrow$ 50 keV) in operation/commissioning
4 beamlines in construction

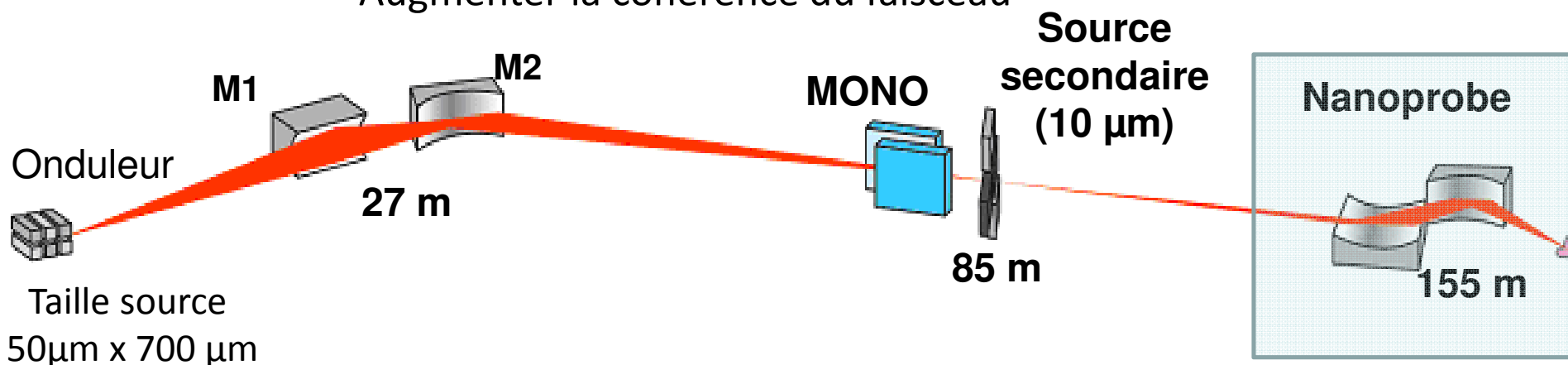


La ligne Nanoscopium

Une ligne longue (155 mètres) pour focaliser et stabiliser un faisceau X à 30 nm



- De-magnifier la taille de la source
- S'affranchir des instabilité de la source
- Augmenter la cohérence du faisceau



Premier faisceau dans l'extension (Fev 2013)



Nanoscopium: une nano-sonde dans le domaine des X-durs

Domaines d'applications

- Biologie, science de la vie (ex. présence de métaux et étude structural dans des micro-organismes)
- Science de l'environnement (ex. Pollution dans les plantes)
- Géobiologie (ex. Fossile de bactérie dans des roches anciennes)



Information quantitative structurale et chimique

- Résolution spatiale nanométrique ($\sim 30\text{nm}$)
- Grande sensibilité: composition, différence de densité
- Échantillon de grande taille ($\sim \text{cm}$)
- Imagerie 3D
- Echantillon fragile

Imagerie par balayage rapide et multimodale

Nanoscopium: une nano-sonde dans le domaine des X-durs

Objectif: COMBINER la fluorescence X, la transmission, le contraste de phase et le diffusé (Dark Field)

Principe de l'imagerie X par balayage sur Nanoscopium

**Composition
élémentaire**

XRF detector

*Transmission : e.g. fast and
sensitive 2D detector*

$T < 90 \text{ K}$

**Information
morphologique**

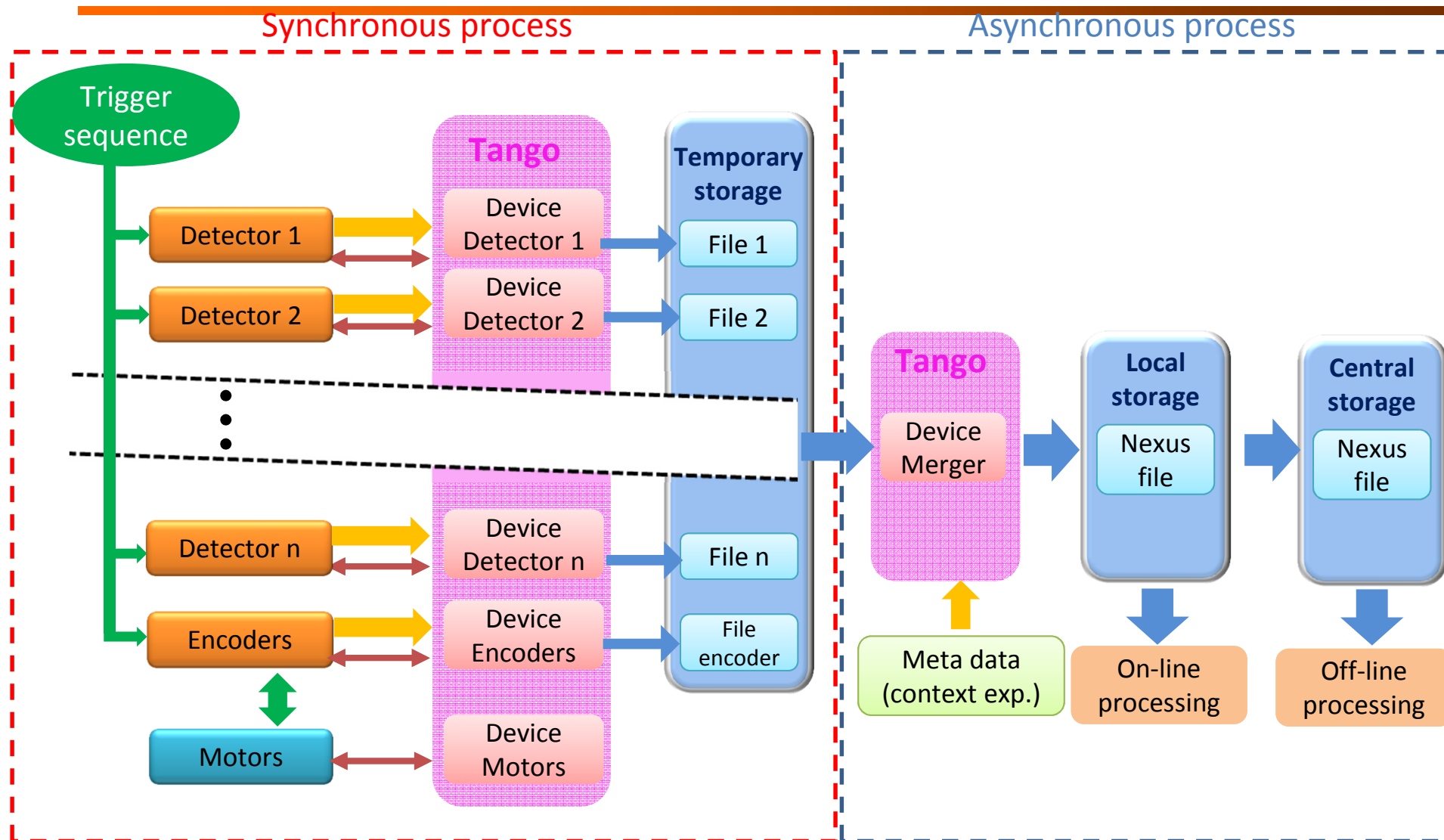
Beam size: down
to ~30 nm

Projet Transverse SOLEIL : FLYSCAN

Challenge technique

- Acquisition parallèle et rapide durant un scan continu
- Traiter et stocker un grand volume de donnée

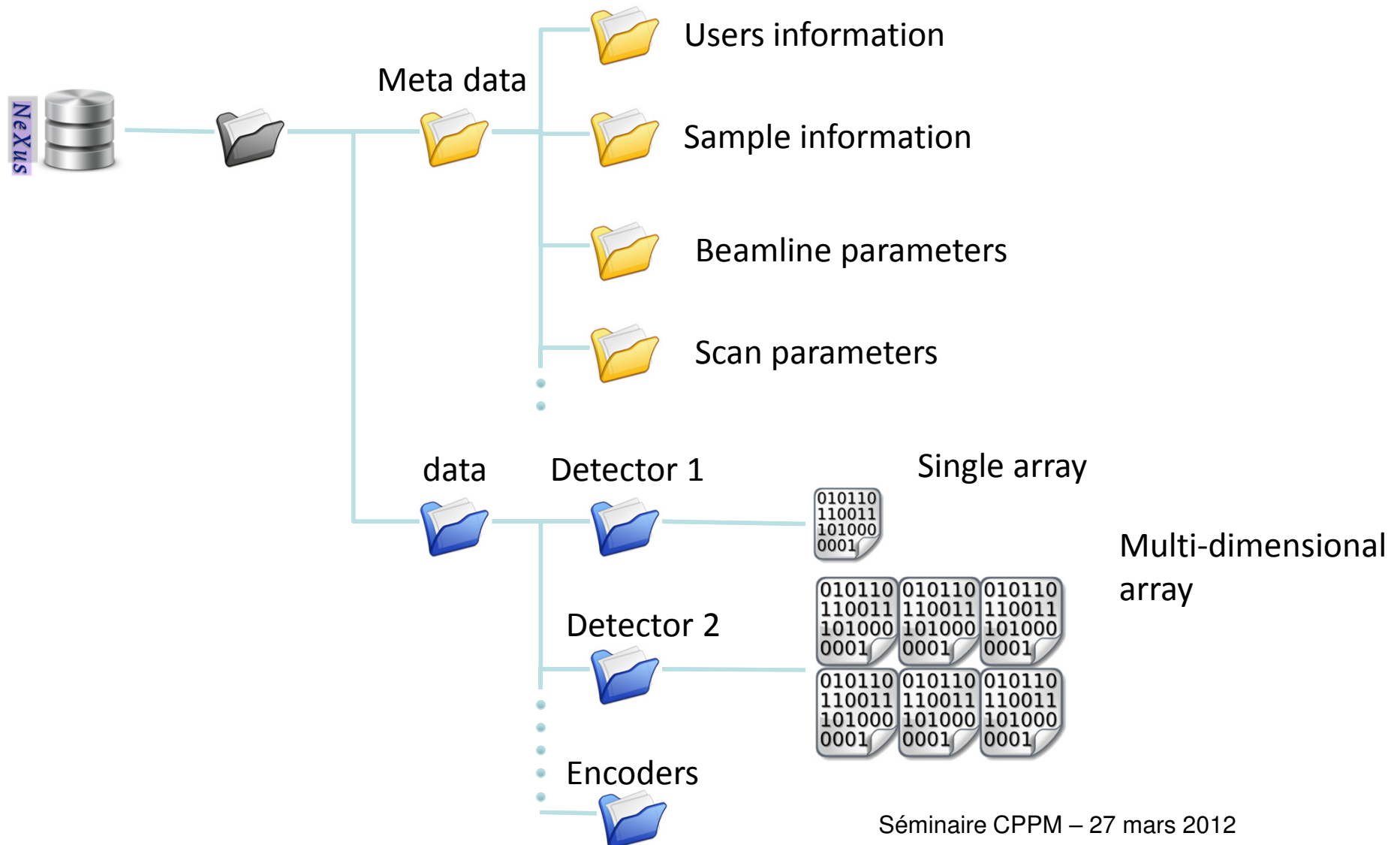
Développer un outil générique transposable pour toutes les lignes de Soleil qui nécessite une acquisition synchronisé de n détecteurs



Nb of Trig = Nb of pixel along one direction
Period of trig = Dwell time

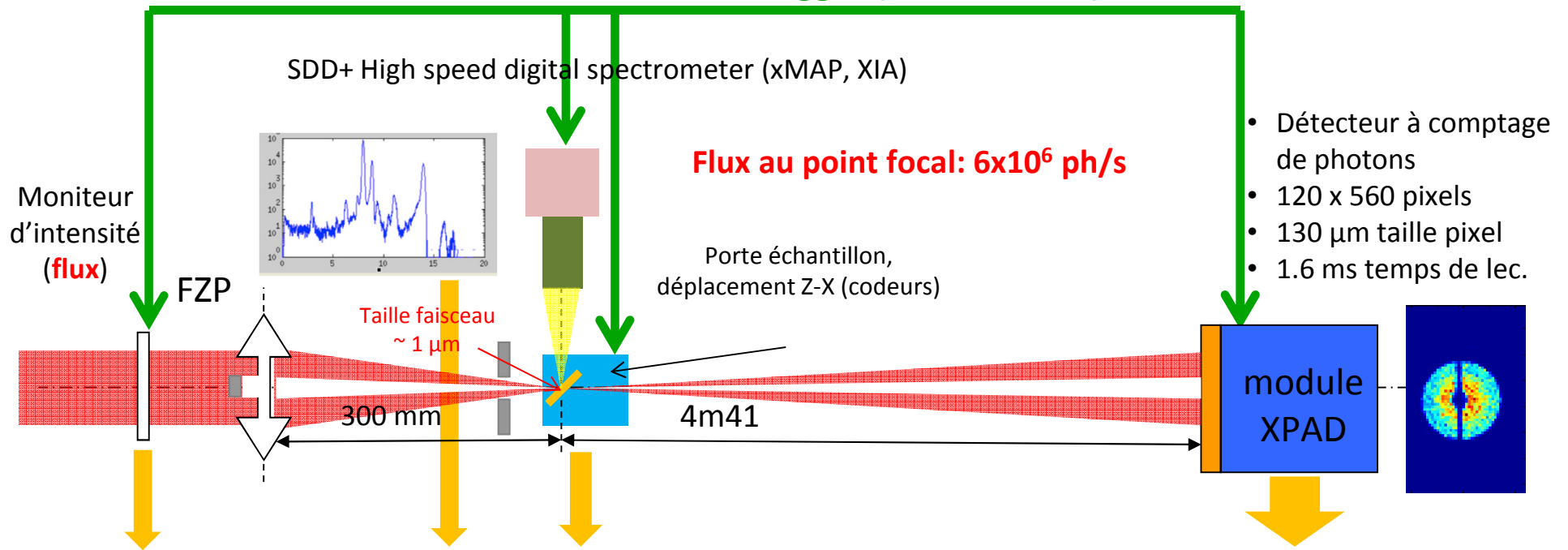
Hierarchical Data Format structure of the Nexus file

NEXUS a common data format convention based on HDF5 format



Déploiement et test du Flyscan sur Metrologie

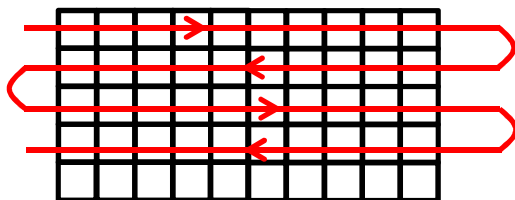
Prototype de μ probe X à balayage



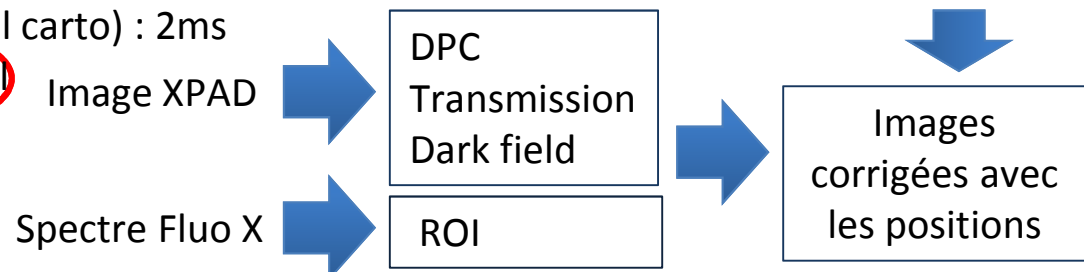
Architecture FLYSCAN

Balayage continu en horizontal

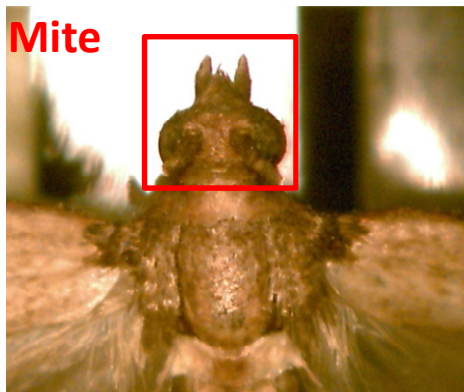
- Dwell time min (durée passée sur un pixel carto) : 2ms
- Scan unidirectionnel ou scan **bidirectionnel**



Traitement Data On-line



Imagerie à contraste de phase



Paramètres du scan

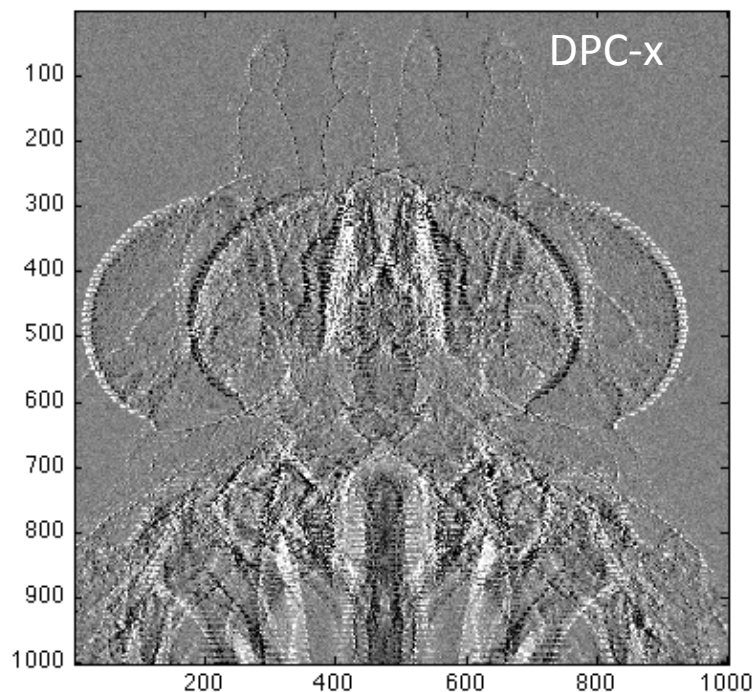
- Taille carto: 1000 x 1000 pixels
- Taille pixel 1.6 μ m (H) x 2 μ m (V)
- Dwell time : 12 ms
- Scan bidirectionnel

1 million images XPAD

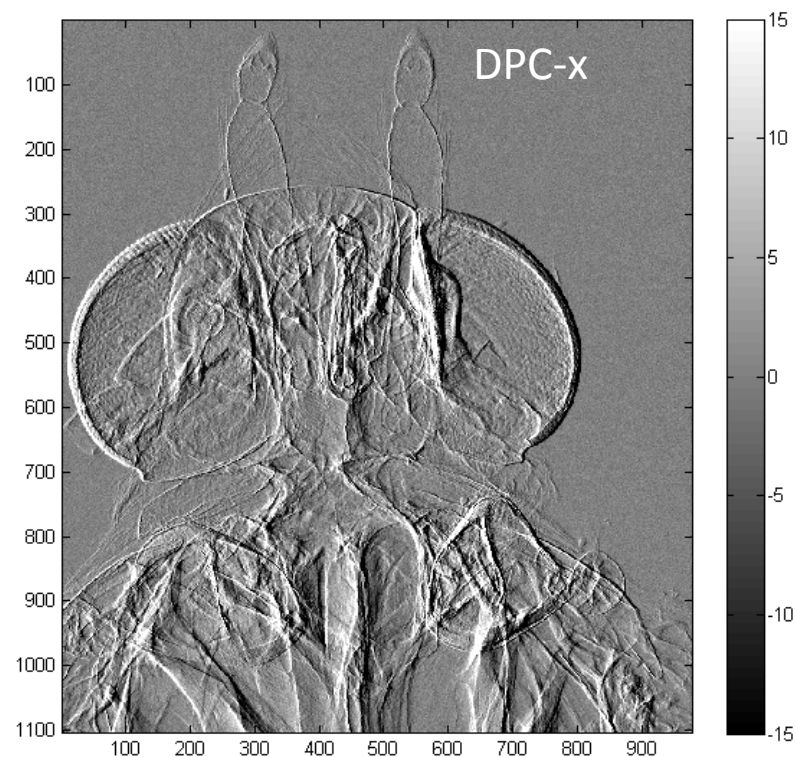
1 million valeurs MI

2 millions positions moteur

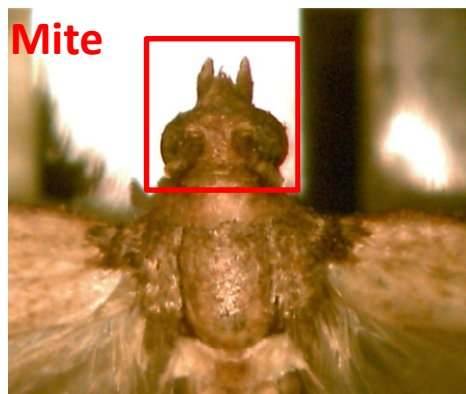
Fichier Nexus final: 140 Go



Correction
Position



Imagerie à contraste de phase



Paramètres du scan

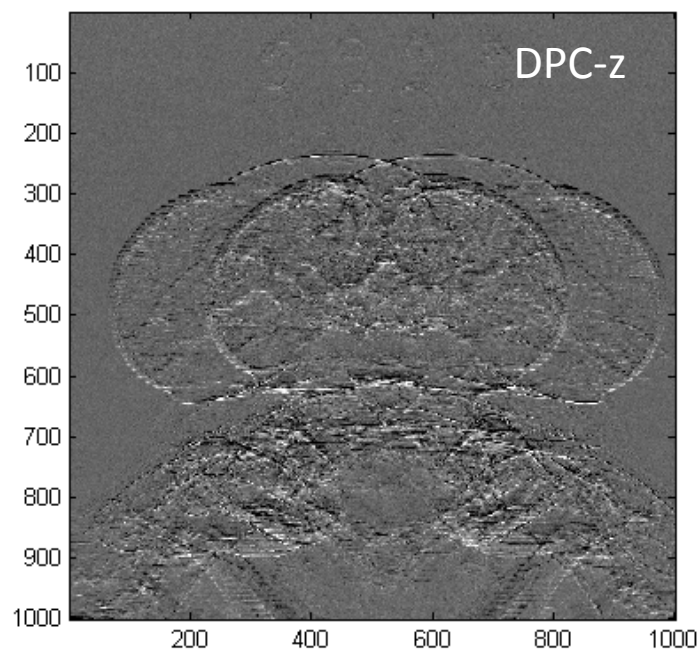
- Taille carto: 1000 x 1000 pixels
- Taille pixel 1.6 μ m (H) x 2 μ m (V)
- Dwell time : 12 ms
- Scan bidirectionnel

1 million images XPAD

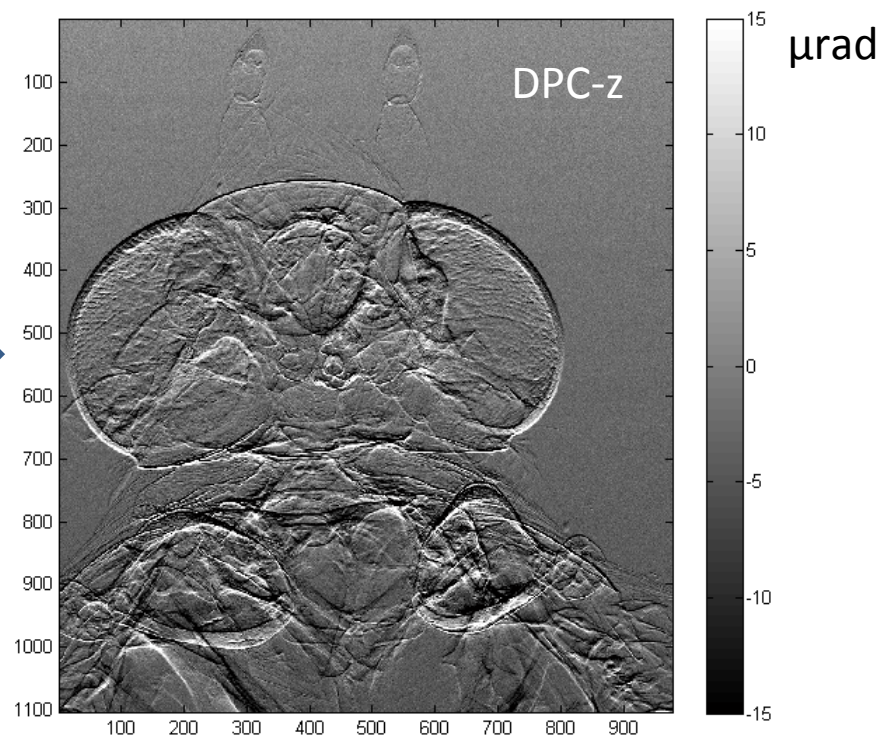
1 million valeurs MI

2 millions positions moteur

Fichier Nexus final: 140 Go



Correction
position

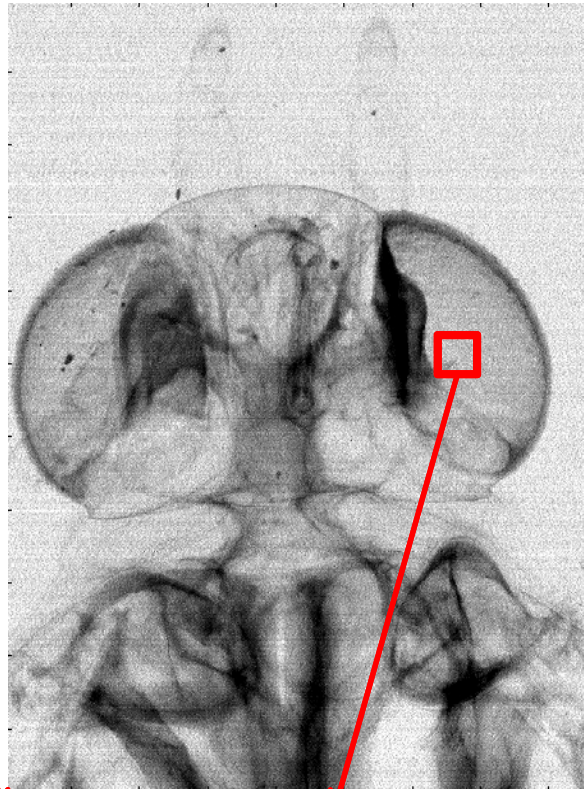


Imagerie multimodale

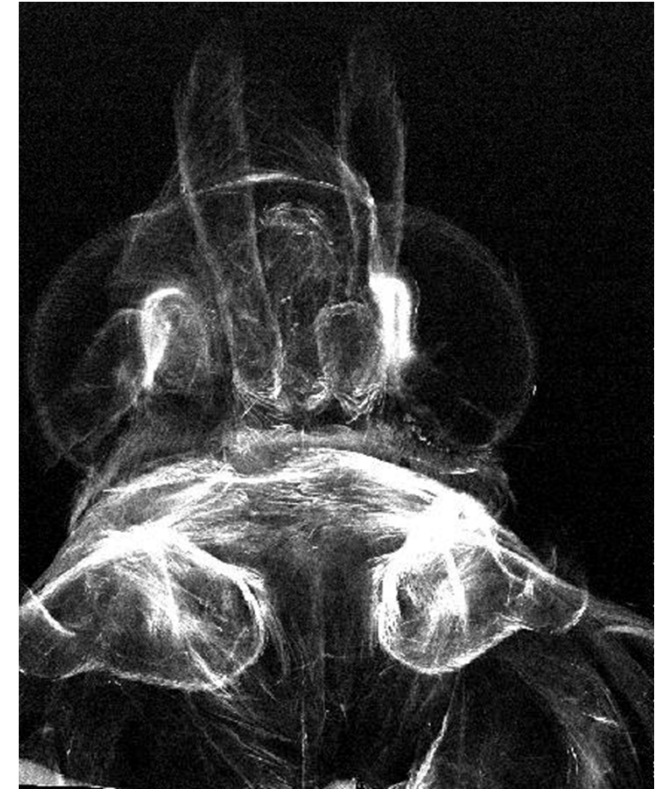
Phase image



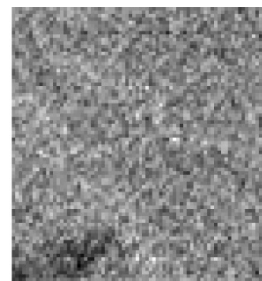
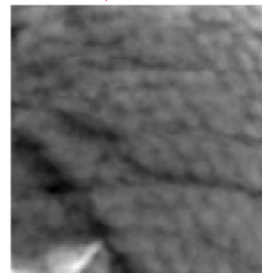
Absorption image



Dark field image

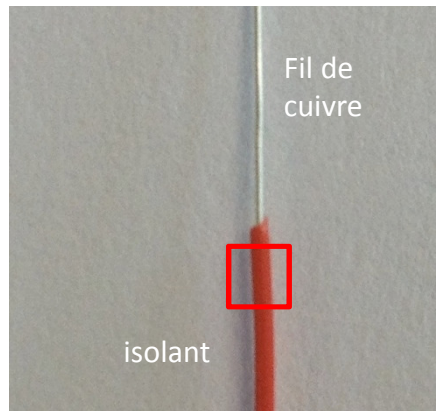


Phase retrieval : Fourier
integration technique
*De C. Kottler and al. Opt.
Express 15, 1175-1181
(2007)*



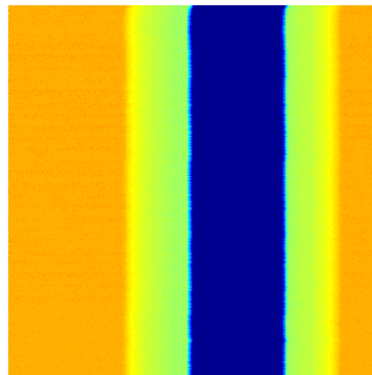
Imagerie multimodale

**Acquisition simultanée XPAD et SDD :
absorption- , phase-contrast, dark field (XPAD) and XRF (SDD) imaging**

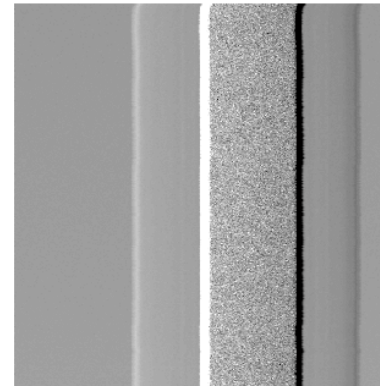


Diam. Fil Cu = 230 μm

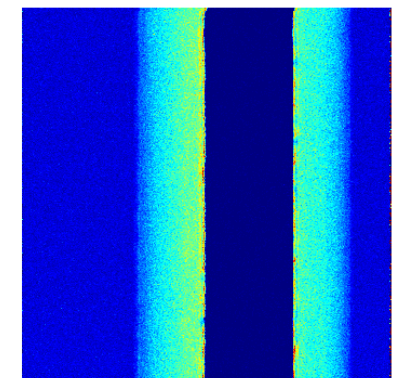
Transmission (XPAD)



DPC-x (XPAD)

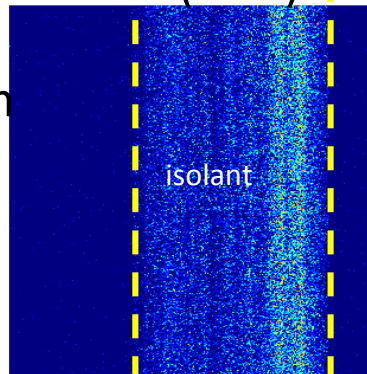


Dark field (XPAD)

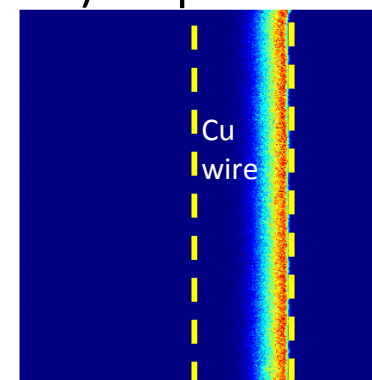


- Taille carto : 500 x 500
- Taille Pixel: 2.6 μm x 2 μm
- Dwell time : 22 ms
- Temps acq. tot.: 90 min

Se (SDD)

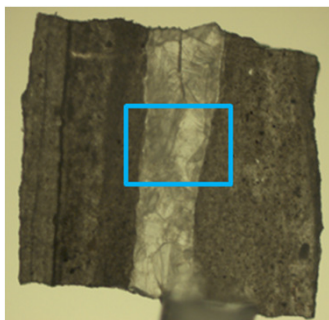


Cu (SDD): importante auto-abs.

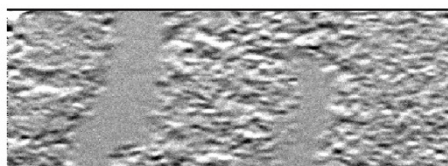


Imagerie multimodale

(collab : M. Sforza, M. Van Zuilen, P. Phillipot, IPGP)

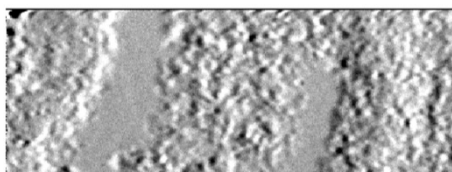


DPC-y

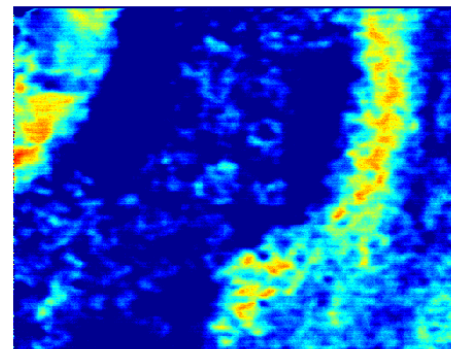


- Taille carto : 400 x 370
- Taille pixel : 1.5 μm x 2 μm
- Dwell time : **58 ms/pixel**
- Temps acq. tot. : 2h30

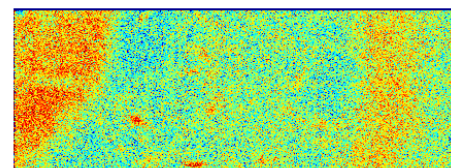
DPC-x



Transmission



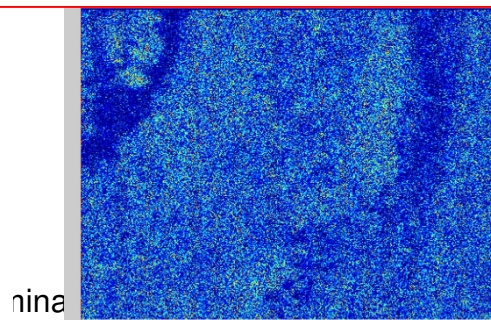
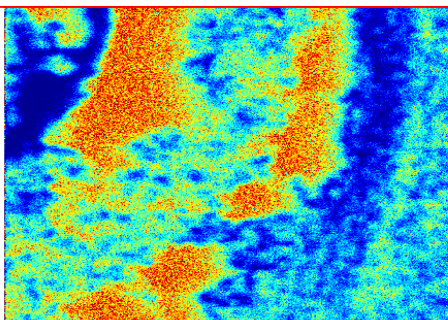
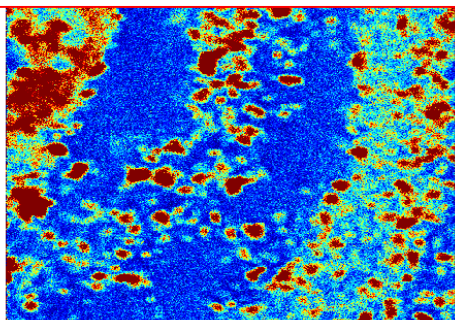
Dark field



Development of fast, simultaneous and multi-technique scanning hard X-ray microscopy at Synchrotron Soleil

K. Medjoubi et al.

J. Synchrotron Rad. (2013). 20



nina

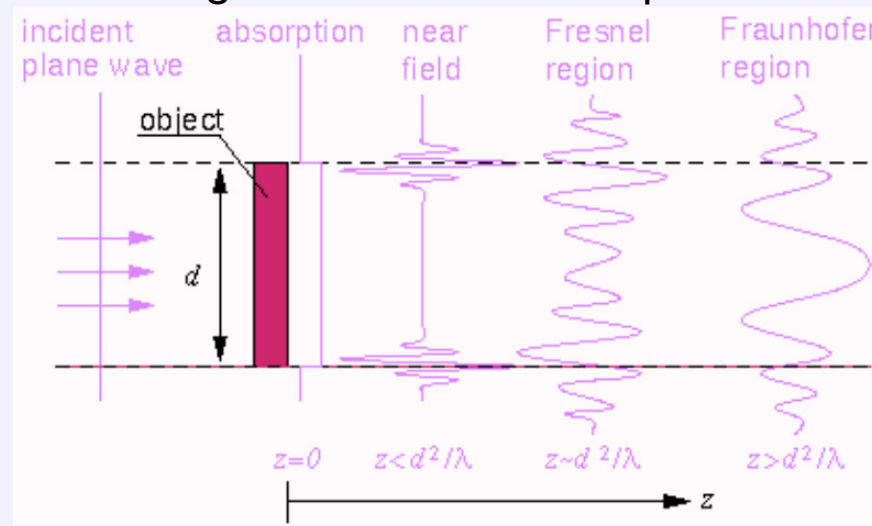
- **Equipes lignes de lumière**
Métrologie, Nanoscopium
- **Groupe Informatique et Electronique
de contrôle et Acquisition**
 - **Groupe Détecteurs**
 - **Collaboration XPIX**

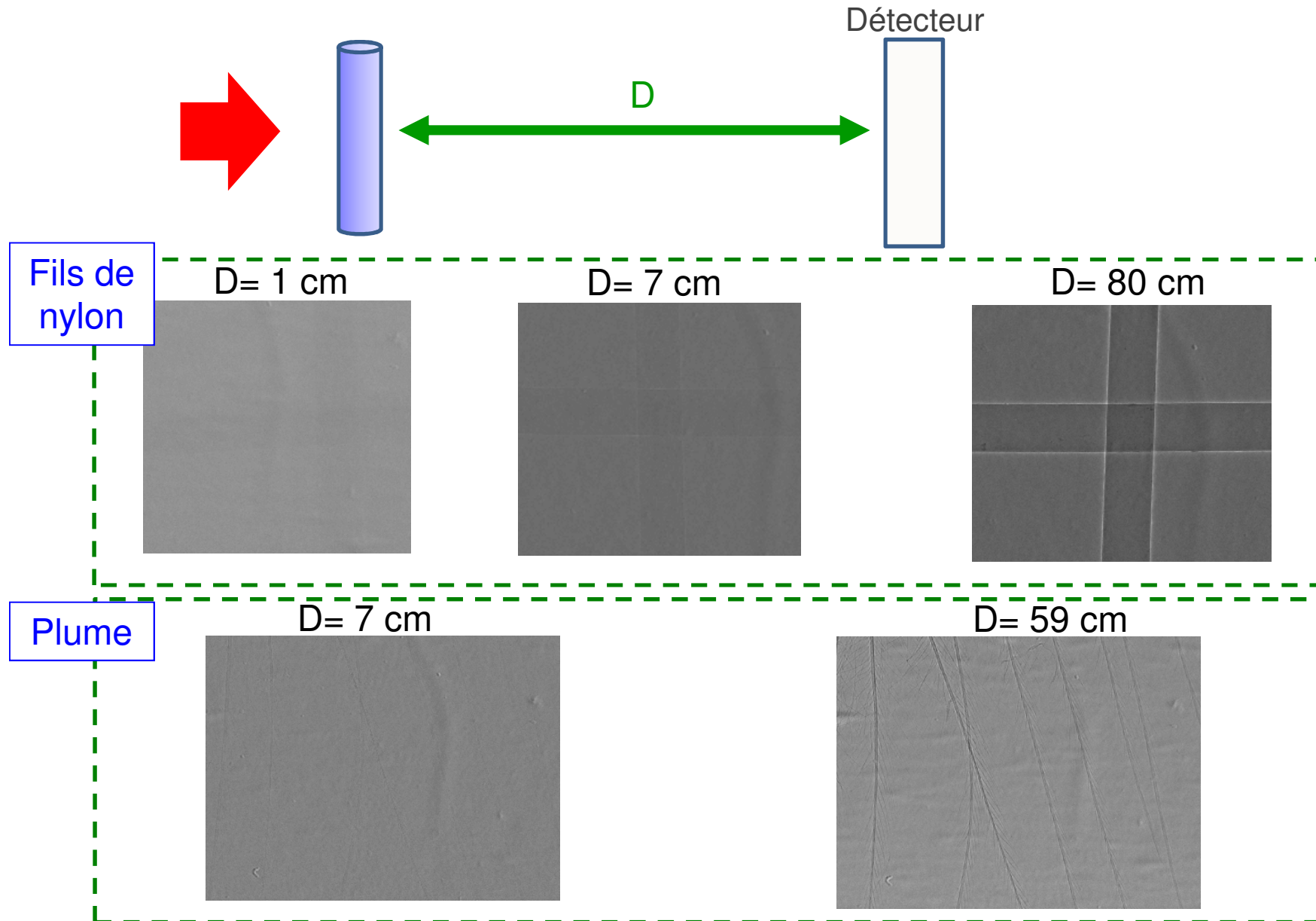
Enseignement Imagerie X

TP sur Métrologie : Evaluation des performances de détection et d'imagerie d'un détecteur de rayons X dédié à la micro-tomographie plein champ

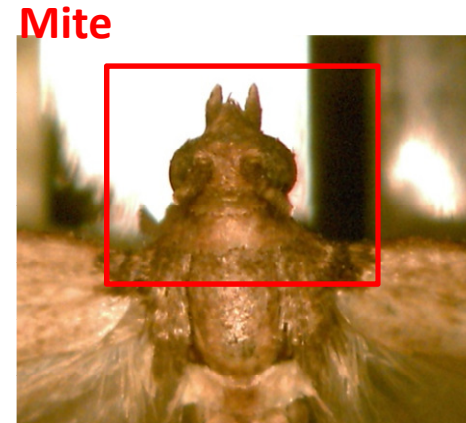
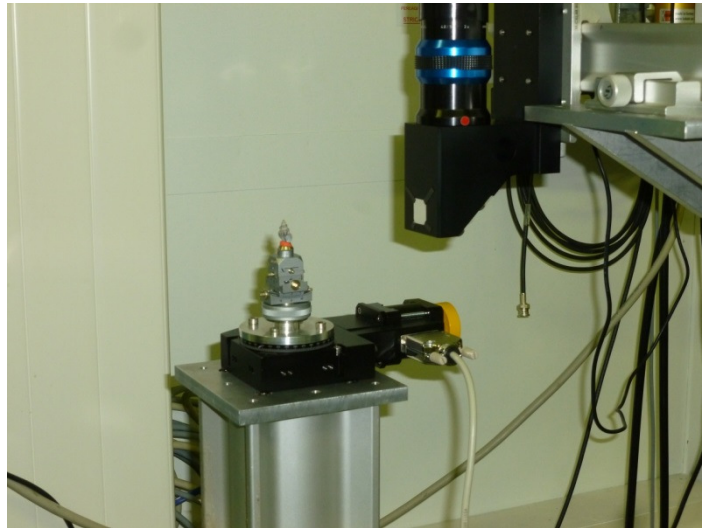


Imagerie à contraste de phase



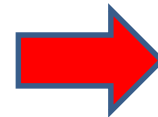


Tomographie plein champ

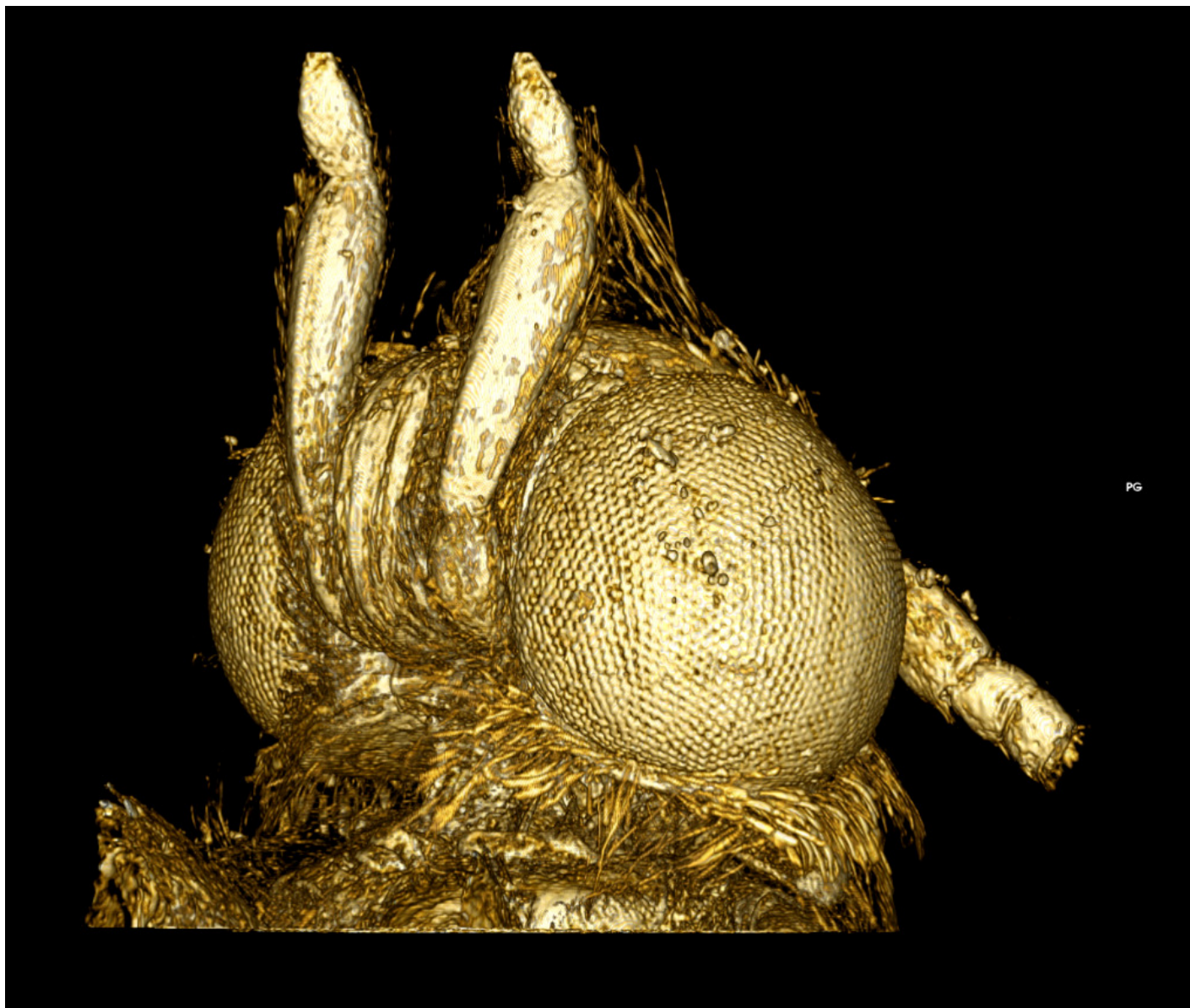


Volume de données :

- Image 2560 x 2160 pixels
- 2000 projections
- 16 bits



22 Go



PG