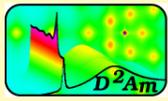


Imagerie et synchrotron Soleil , 26-28 novembre 2003, Orsay, France  
**Détecteurs à pixels actifs XPAD**



**J.F. Bélar, N. Boudet,  
B. Caillot, C. Mouget**

D2AM-CRG/F, ESRF and  
Laboratoire de Cristallographie, CNRS, Grenoble



**P. Breugnon, J.C. Clémens, P. Delpierre,  
I. Koudobine, P. Pangaud, R. Potheau**

Centre de Physique des Particules, IN2P3 - CNRS, Marseille

Les expériences de diffraction des rayons X requièrent des détecteurs capables de mesurer simultanément des forts taux de comptage et des très faible niveaux. Lors d'étude de matériaux, il est fréquent de mesurer des signaux se répartissant sur plus de six ordres de grandeurs. Dans le cas de structures complexes, incommensurables par exemple, cette plage doit être encore étendue. Des exigences similaires sont rencontrées en diffusion centrale.

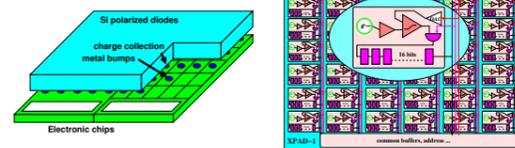
C'est pourquoi nous assistons actuellement à des efforts pour développer de nouveaux détecteurs 2D répondant à ces exigences.

**Quelques caractéristiques visées.**

Technologie (1997)	CMOS 0.8 $\mu$ m (AMS)
Energies des rayons X	5 to 25 keV
Dimension des pixels	0.33 x 0.33mm <sup>2</sup>
Dimension des modules	24 x 25 pixels
Compteurs	32 bits ( 16 bits internes )
Dynamique	0.1 - 10 <sup>7</sup> photons/s/pixel
Temps réel	moins de 1 ms de lecture

**Détecteurs à pixels hybrides.**

Il sont composés d'une diode liée par un réseau de billes à un circuit électronique dédié dont chaque cellule (pixel) remplit toutes les fonctions d'une chaîne de comptage classique.



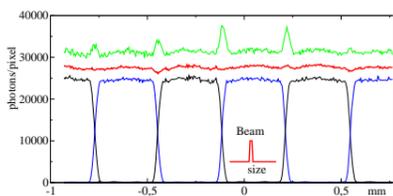
Dans la diode Si les photons incidents créent des électrons qui sont collectés par le champ de polarisation sur les billes de jonctions.

Electronic chip : "X-ray Pixel chip with Adaptable Dynamics"

Chaque cellule contient un amplificateur de mise en forme, une discrimination et une chaîne de comptage. La partie commune est chargée des dialogues et alimentation.

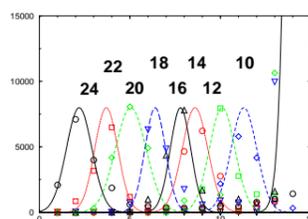
**Prototypes XPAD1 : J. F. Berar et al. J. Applied Cryst. 35 (2002) 471-476**

**Résolution spatiale**



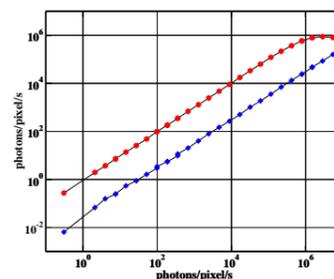
Déplacement du détecteur devant un faisceau très fin de 10 $\mu$ m : le partage des charges créées par les photons arrivant en bord de pixel peut être corrigé par un ajustement précis des seuils.

**Résolution en énergie**



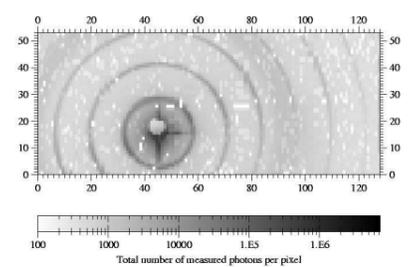
La mesure de faisceau d'énergie comprise entre 10 et 24keV montre une résolution proche de 1.5keV.

**Linéarité**

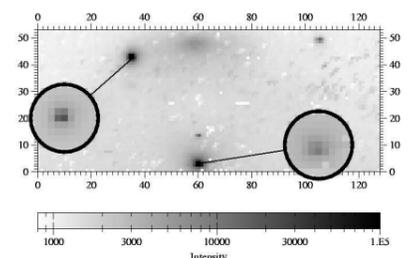


Comptage sur 2 pixels adjacents en fonction du flux incident (ESRF mode 2/3). Le comptage reste linéaire jusqu'à 10<sup>6</sup> photons/pixel/s. Contrairement aux CCD il n'y a pas d'éblouissement des pixels adjacentes.

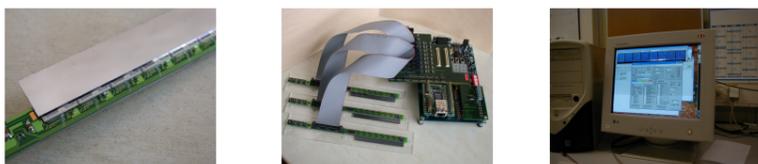
**Diffusion centrale du behenate d'argent**



**Diffusion d'un quasicrystal CdYb**

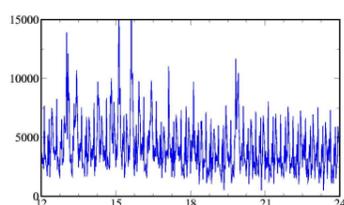


**Détecteurs XPAD-2 (2002-2003)**

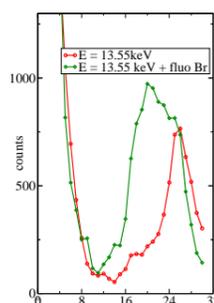


- ✓ Nouvelles diodes 500  $\mu$ m, pad réduit.
- ✓ Conception analogique modifiée pour :
  - ◇ réduire la dispersion des seuils
  - ◇ avoir un réglage plus fin des seuils
  - ◇ atteindre 10<sup>7</sup> photon/pixel/s
- ✓ Détecteurs 50 x 128 (cf XPAD1) : 1.6 x 4.0 cm<sup>2</sup>
- ✓ Assemblage de modules de 25 x 200 : détecteur de 6.4 x 6.4 cm<sup>2</sup>.
- ✓ Pilotage via ethernet

Enregistrement du diagramme de poudre d'une zéolithe :



vers des images résolues en énergie

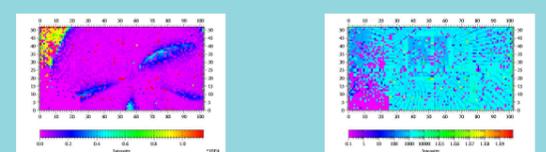


**XPAD-3 : 2004...**

- ☞ Premiers circuits prévus en 2004
- ☞ Technologie : IBM 0.25  $\mu$ m, cellule déjà dessinée
- ☞ Dimension des pixels 100-150  $\mu$ m
- ☞ Assemblage mécanique prévu pour 10<sup>6</sup> pixels
- ☞ Seuil → fenêtre en énergie
- ☞ Résolution en énergie améliorée

**Des applications possibles en imagerie**

**Images rayons X selon XPAD1 (2002)**



Citron et circuit altera