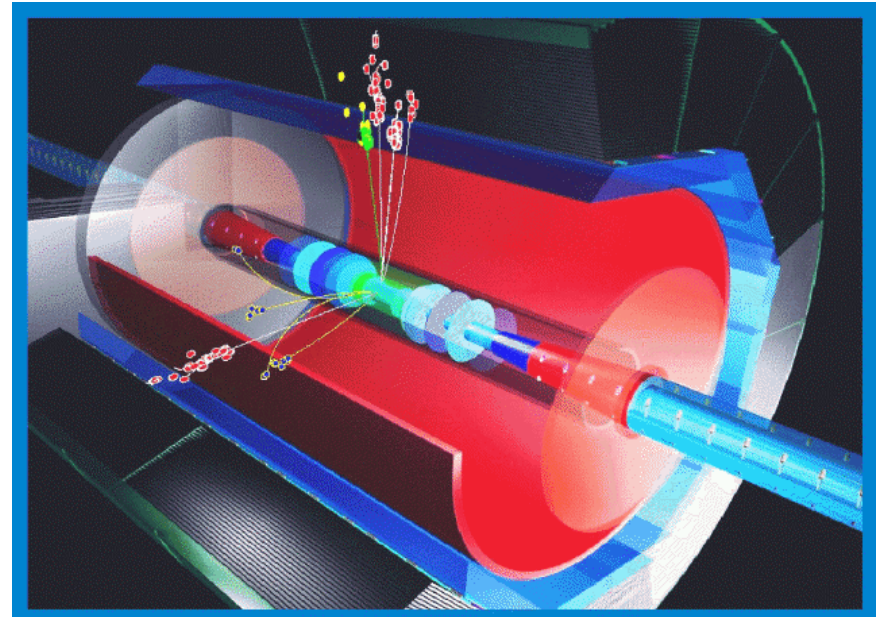
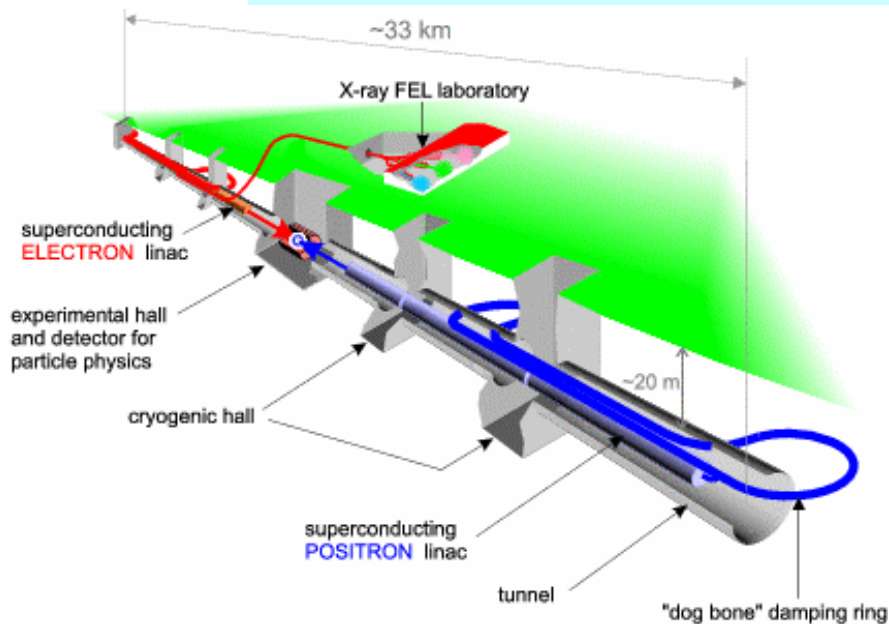


# *ETUDE DES CAPTEURS CMOS POUR UN DETECTEUR DE VERTEX AU FUTUR COLLISIONNEUR LINEAIRE*



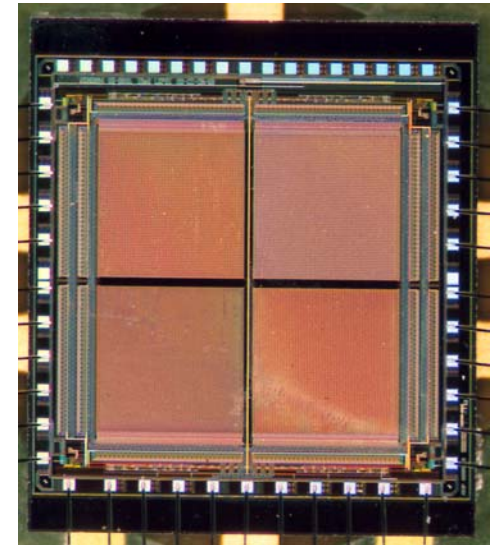
# PLAN

- Mesures physiques  $\Rightarrow$  Contraintes sur le détecteur
- Choix de la technologie
- Principe de fonctionnement des CMOS
- Tests avec source et sous faisceau
- Résultats
- Effet faisceau-faisceau : le beamstrahlung
- Simulation du VTX
- Conclusions et perspectives

- Mesures de précision :
  - Etiquetage des quarks **b** et **c**
  - Séparation des traces d'un même jet
    - Détecteur granulaire  $\Rightarrow$  pixel  $\sim 20 \times 20 \mu\text{m}^2$
    - Très proche du point d'interaction (1<sup>ère</sup> couche à 1.5 cm du PI)
  - Mesure de l'impulsion : minimiser la diffusion multiple
    - Détecteur fin  $\Rightarrow X/X_0 = \sim 0.1\%$  par couche
- Bruit de fond
  - Faisceau intense  $\Rightarrow$  Beamstrahlung  $\Rightarrow$  paires  $e^+e^-$   
 $\Rightarrow$  hits parasites
    - lecture rapide

On cherche un détecteur granulaire, mince, rapide et radiorésistant

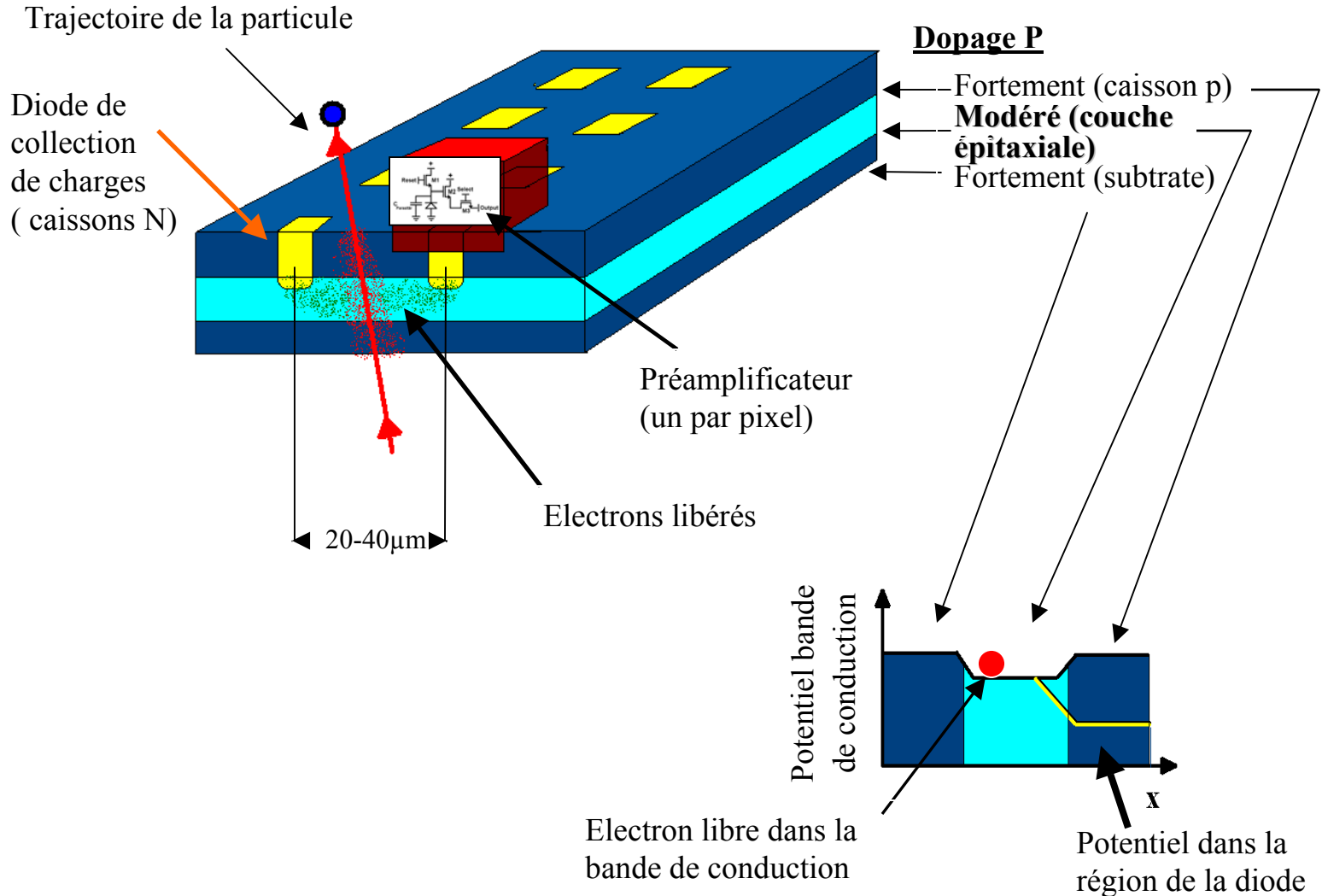
- Les Technologies connues
  - Les CCD
    - Granulaire et potentiellement mince
    - $V_{lec}$  et radiorésistance modestes
  - Les Pixels Hybrides
    - Peu granulaire et relativement épais
    - Rapide et radiorésistant
- Une alternative intéressante
  - Les CMOS
    - Granulaire et potentiellement mince
    - Rapidité et radiorésistance > CCD

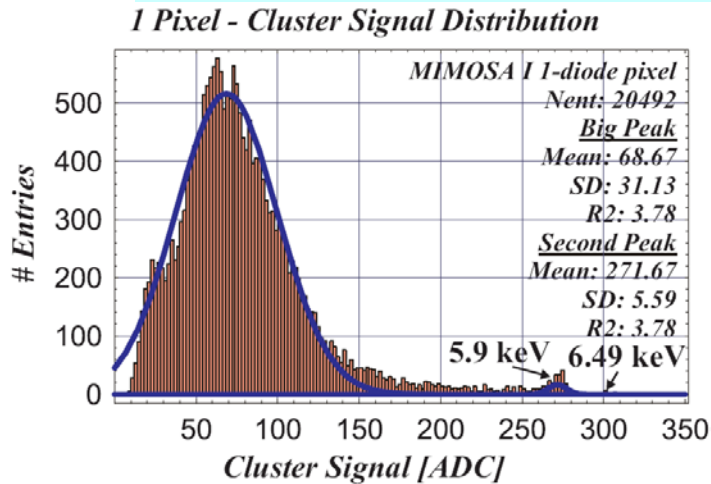


**Mimosa IV**

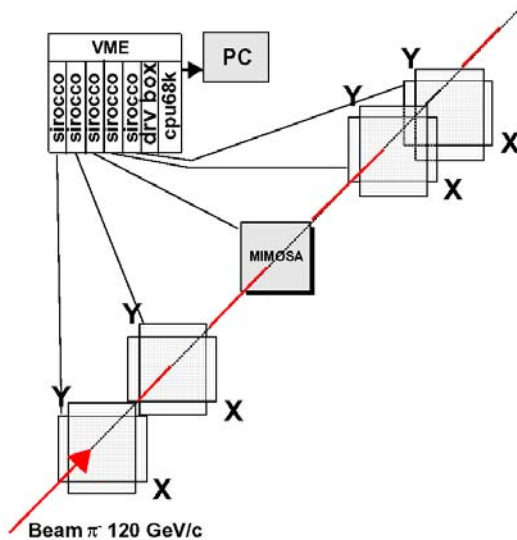
(Minimum Ionising Mos Active pixel sensor)

# Principe de fonctionnement du capteur CMOS





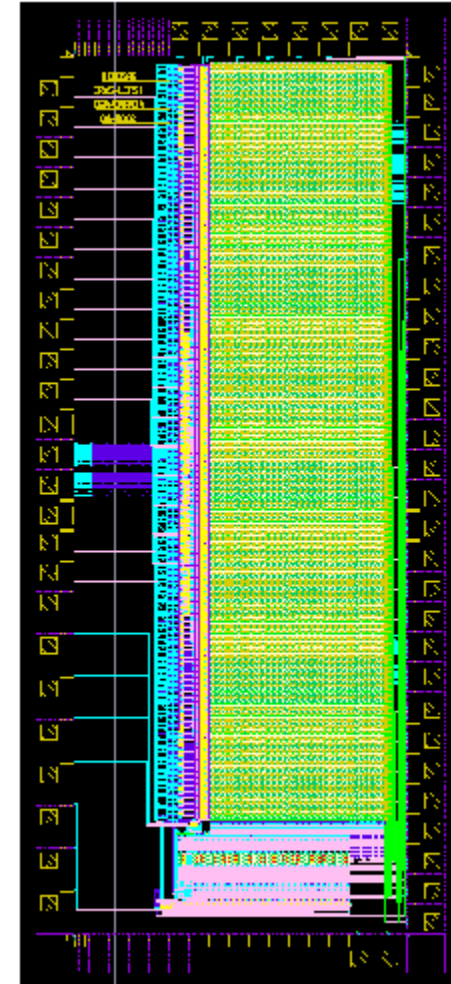
- Tests sources au LEPSI
  - Fe<sup>55</sup> photons X
    - Mesure du bruit
    - Calibration du gain



- Tests Faisceau au SPS (CERN)
  - $\pi^-$  120 GeV/c
  - Télescope
    - Mesure résolution
    - Efficacité de détection
  - Différentes températures
  - Différents angles d'incidence

- Mimosa I à V
  - résolution ponctuelle  $1.5\mu\text{m} - 2.5\mu\text{m}$
  - Efficacité de détection  $\sim 99\%$
  - Taille standard d'un pixel  $20\mu\text{m}$
  - Aminci à  $120\mu\text{m}$
  - S/N pour un MIP  $20 - 40$
  - Radioresistance  $\sim 200\text{ kRad}$ ,  $\sim 10^{12}\text{ n}_{\text{eq}}/\text{cm}^2$
- Mimosa VI : tests en cours
  - Préampli et réduction de bruit intégrés au pixel
  - Lecture en colonnes // , un discri par colonne
    - Les pixels fonctionnent mais la dispersion du signal entre les pixels ne permet pas d'utiliser les discriminateurs

=> De nouveau design sont en cours

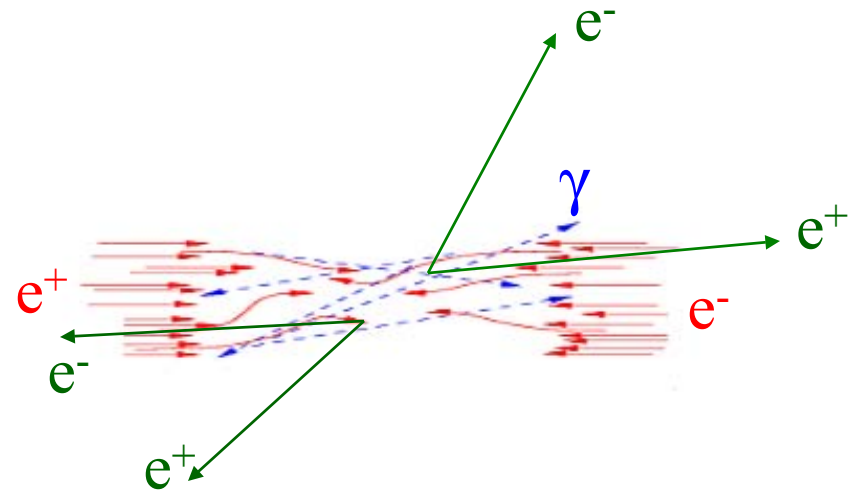


Mimosa VI

## Création de photons due à l'interaction faisceau-faisceau

- Mécanisme

- Le champ intense entre les paquets courbe la trajectoire des particules
  - Emission de photons ( $6 \cdot 10^{10} / BX$ )
- Les photons interagissent à leur tour
  - Paires  $e^+e^-$  (150 000/BX)
    - ✓ Une grande partie passe le long du BP
    - ✓ Une autre partie passe dans le détecteur
  - Hadrons



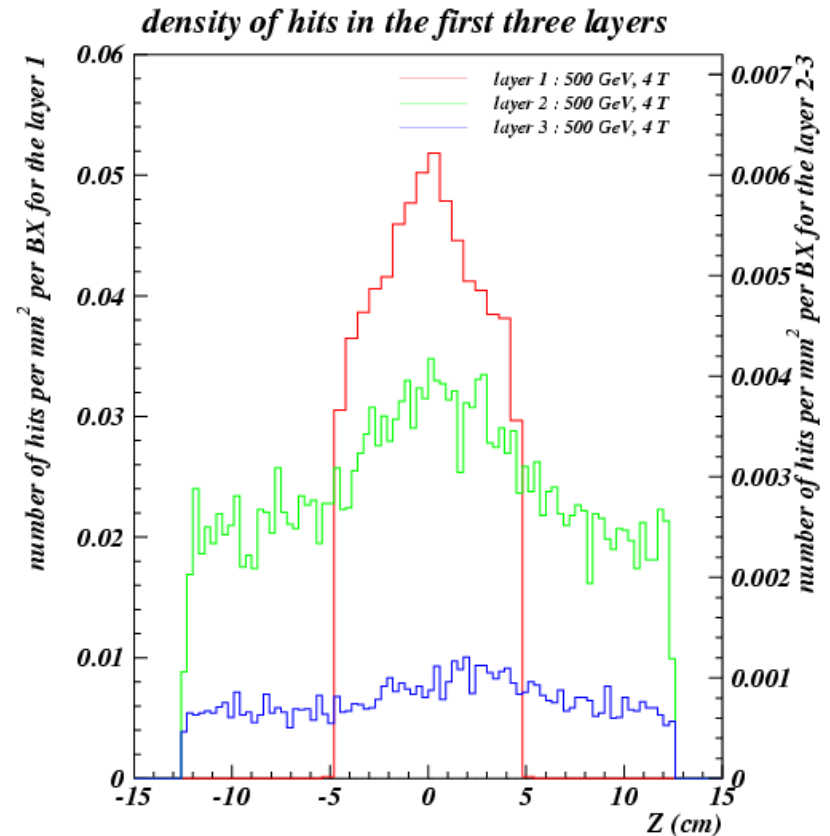
- Problèmes

- Les paires créées peuvent passer dans le détecteur
  - Quelle densité? => conséquence sur la vitesse de lecture
    - ✓ surtout pour la première couche du VTX qui est la plus proche du IP

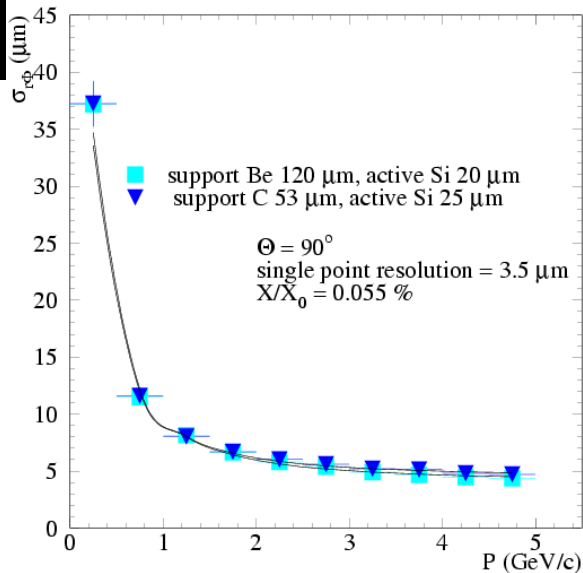
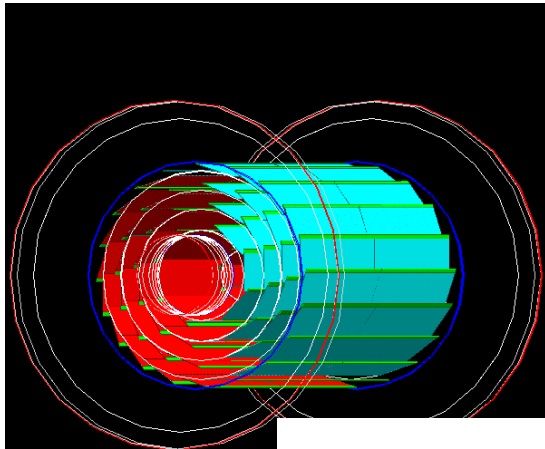


Ici seule la simulation peut nous donner un début de réponse

- Simulation du beamstrahlung
  - Logiciel Guinea-pig
    - Génération des photons
    - Puis des paires  $e^+ e^-$
- Simulation du VTX
  - Logiciel Brahms sous GEANT3
    - Simulation complète du détecteur
    - Propagation des paires  $e^+ e^-$
    - Visualisation des hits
- Résultats
  - 0.4 hits/mm<sup>2</sup>/BX en moyenne sur la couche 1
    - vitesse de lecture actuelle
      - ✓ Accumulation de ~100 BX-
      - ✓ Densité de hits parasites acceptables



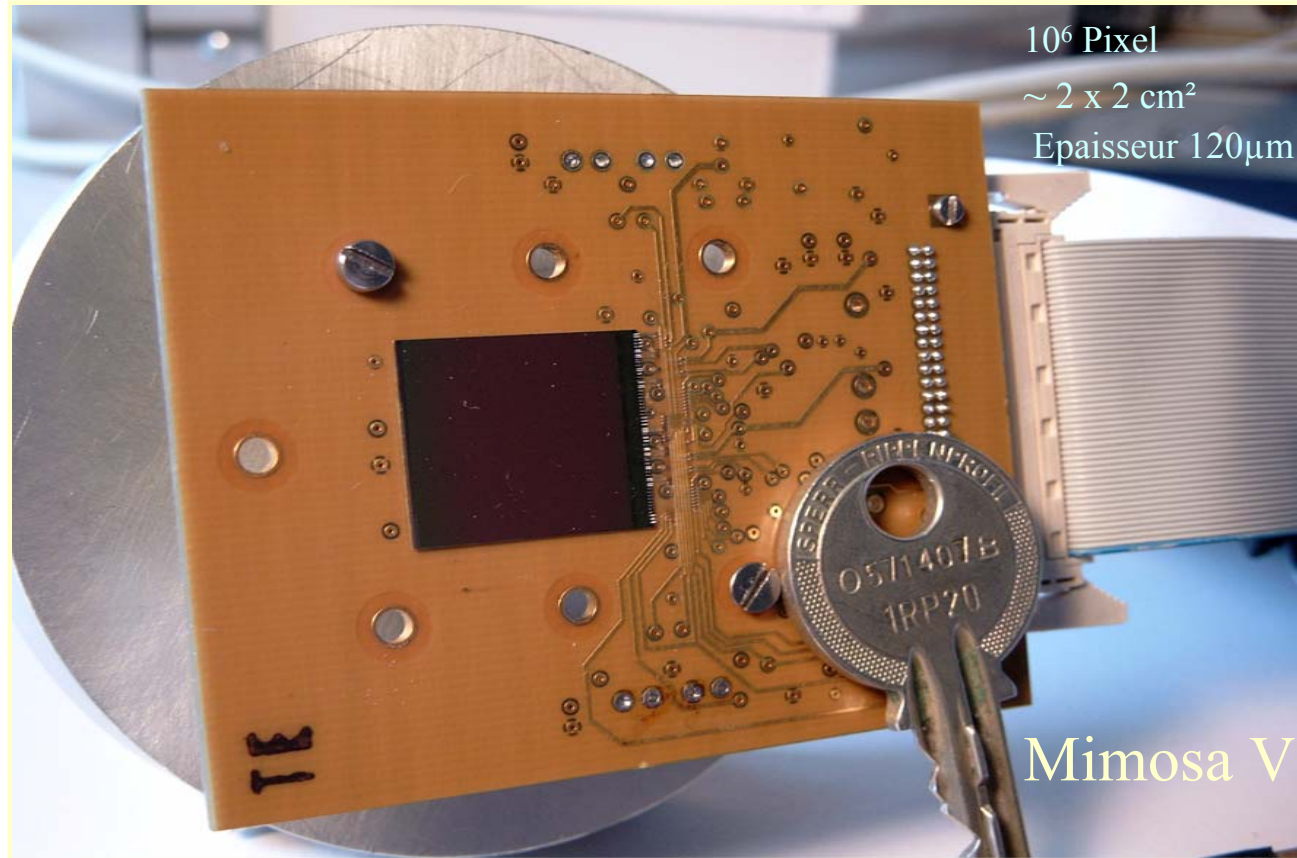
Brahms est le simulateur complet du détecteur sous GEANT3



- Version du VTX précédente
  - 5 couches sous forme de cylindres concentriques
- Version réaliste :
  - 5 couches composées d'échelles
    - de 1.5 à 6 cm du PI
    - Longueur 10 à 25 cm
    - Electronique sur le bord de l'échelle
- Résolution sur le PI
  - $\sigma_{r\phi} = 4.1 \oplus 8.6 \text{ p}/\sin^{3/2} \theta$ 
    - SLD :  $\sigma_{r\phi} = 9 \oplus 33 \text{ p}/\sin^{3/2} \theta$

- Capteurs CMOS
  - Les tests ont démontré que la technologie peut être utilisée pour le tracking de particules chargées.
  - Tests des capteurs de seconde génération ( M6,M7,M8)
    - Lecture rapide ( colonnes //)
    - Photofet à la place de la photodiode ( signal  $\times 2$  ?)
  - Tests des grands capteurs ( $10^6$  pixels,  $2 \times 2$  cm<sup>2</sup>)
    - Mimosa 5 aminci à 15  $\mu\text{m}$
    - Mimosa 5B (meilleur rendement) => aminci à 50  $\mu\text{m}$
    - MimoSTAR ( upgrade de STAR en 2006)
- Simulation
  - Essayer différentes géométries de VTX
    - Changer l'épaisseur, la taille des pixels, nombres de couches, ...
      - ✓ Variation de la résolution du paramètre d'impact
      - ✓ séparation de 2 traces voisines ??

# A SUIVRE ...



## Merci !

<http://ireswww.in2p3.fr/ires/recherche/capteurs/index.html>