

PEPITES

Réseau

Instrumentation-Faisceau

27-28 mars 2019

Lyon

Laboratoire Leprince-Ringuet



Histoire

Genèse

Contact IBA jusqu'à une demande de financement...
Depuis, développement sans IBA

Objectifs



Perturbation minimum du faisceau
→ Budget Matière : 10 μm WET



Dose déposée minimum de 10^8 Gy
→ Radioresistance

Stratégie

- PEPITES (Profileur à Electrons secondaires Pour Ions Thérapeutiques)
- Développement d'un prototype fonctionnel (2020) pour le fonctionnement en routine ARRONAX, objectif de l'ANR
- Expérience pour aller sur les machines d'hadronthérapie

PEPITES

Signal

Emission d'électrons secondaires (SEE) :

- Processus de surface
- Basse énergie (quelques eV)
→ nécessité de travailler dans le vide
- Taux proportionnel au dE/dx
→ signal fort = grand Z → Au

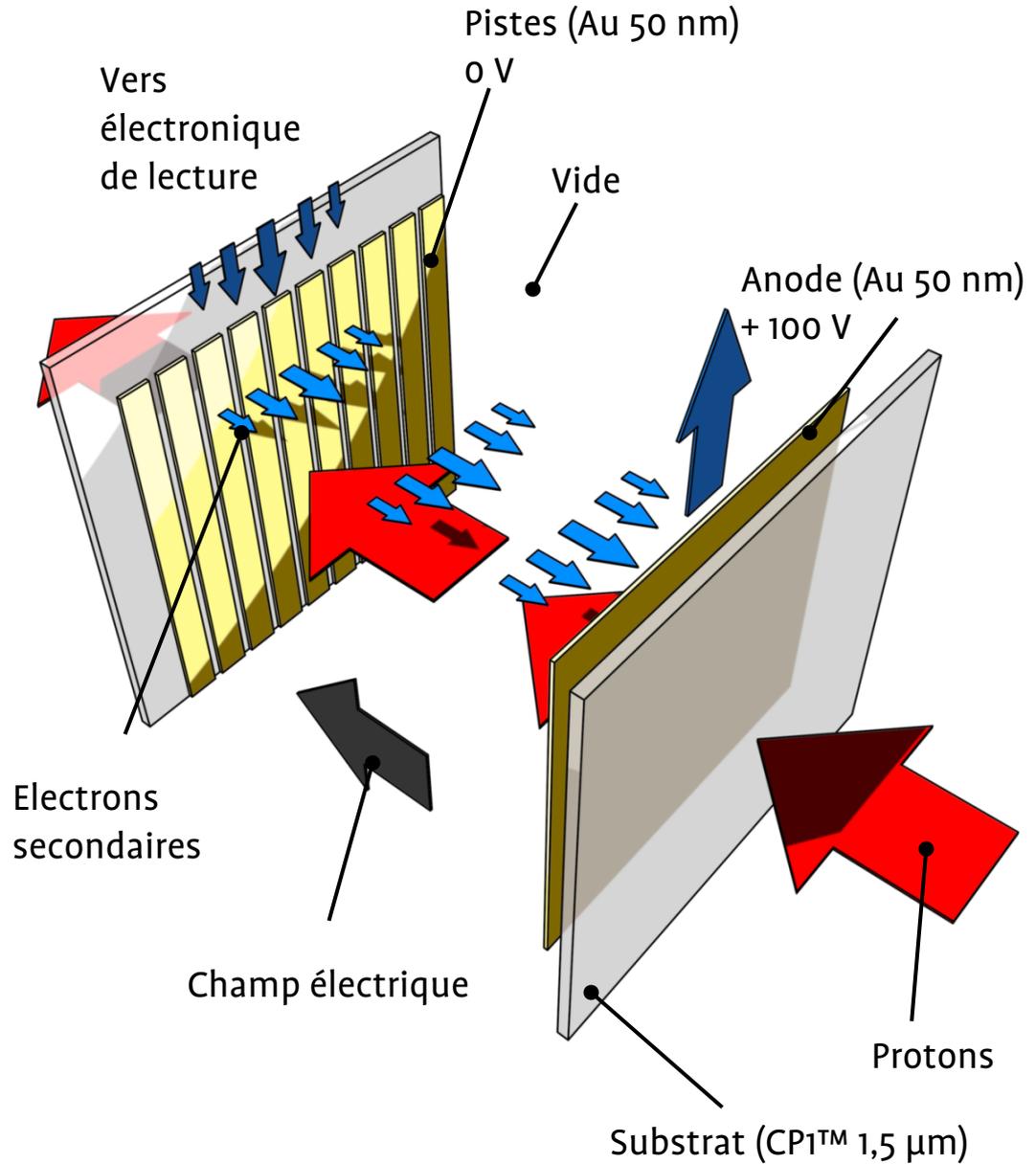
Substrat

CP1 (Colorless Polyimide) :

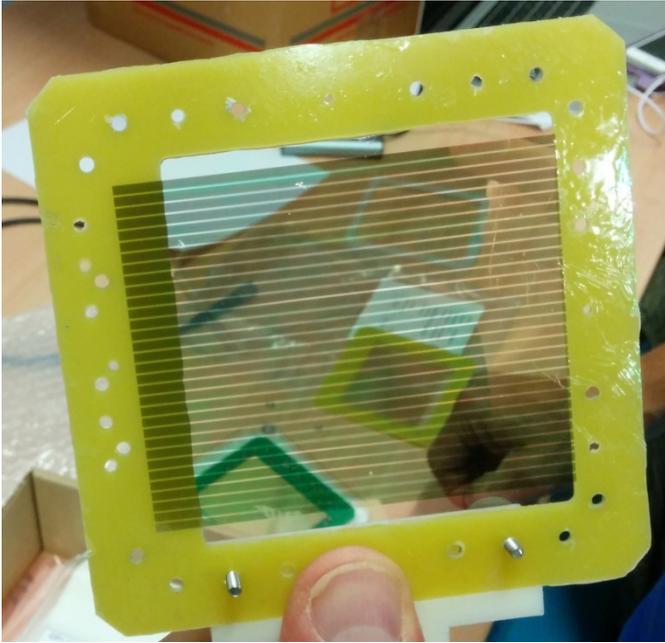
- Thermostable
- Radiorésistance
- Utilisé pour la fabrication de voiles solaires !

Fabrication

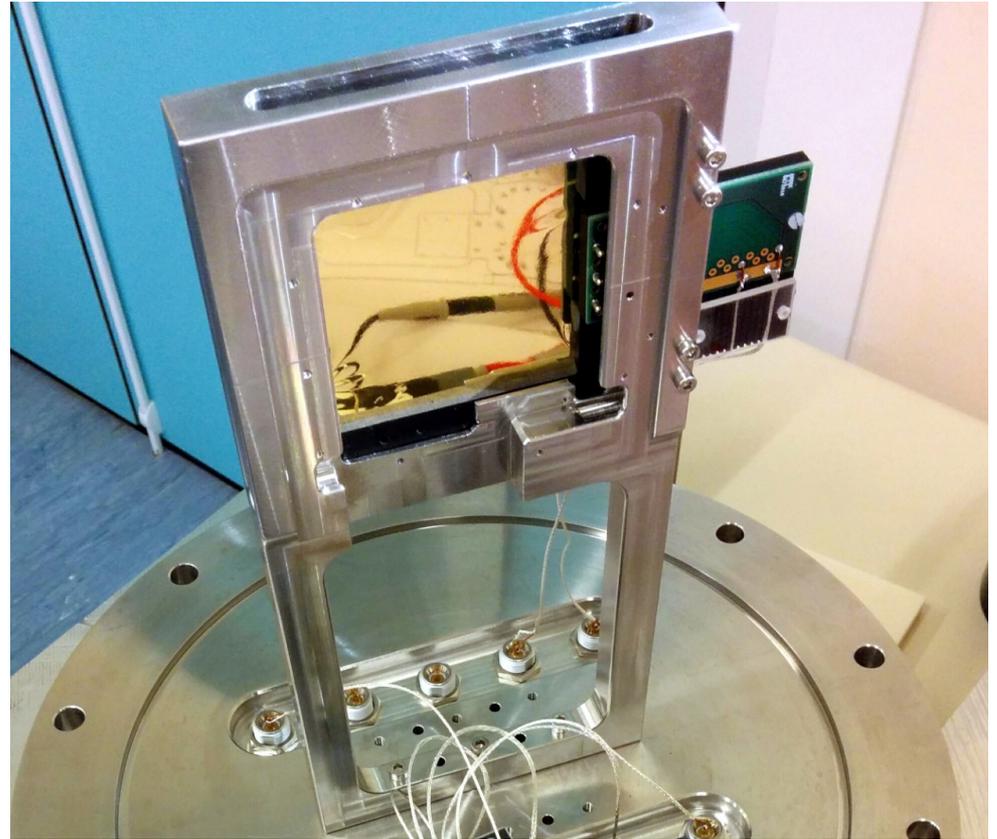
Méthode de couches minces : dépôt chimique en phase vapeur (CVD)



PEPITES



Pistes, CP1™ 1,5 µm + Au 50 nm



Plan d'anode monté sur support

Tests faisceaux

Validation

09/16

Prototype à 4 pistes, profils de **100 fA à 10 nA** faisceau de protons

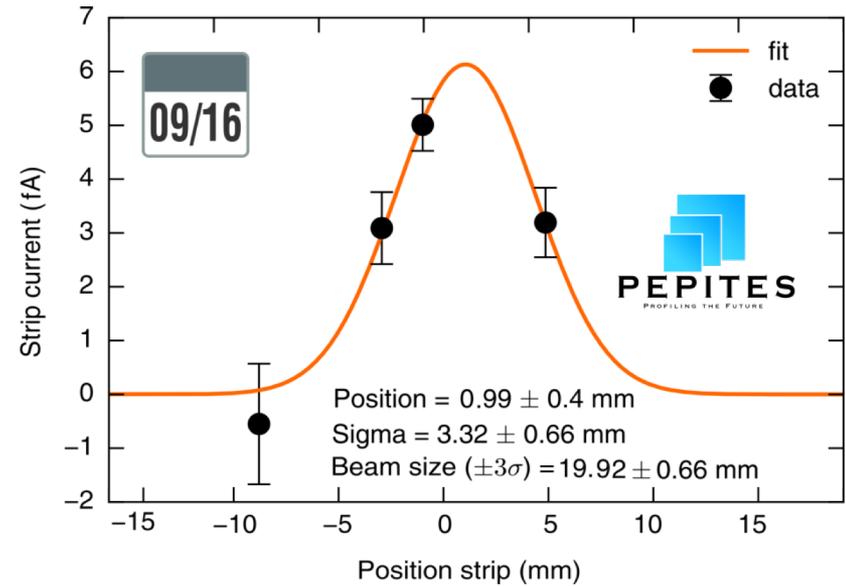
03/17

Prototype à 7 pistes, profils jusqu'à **10 nA** faisceau de protons

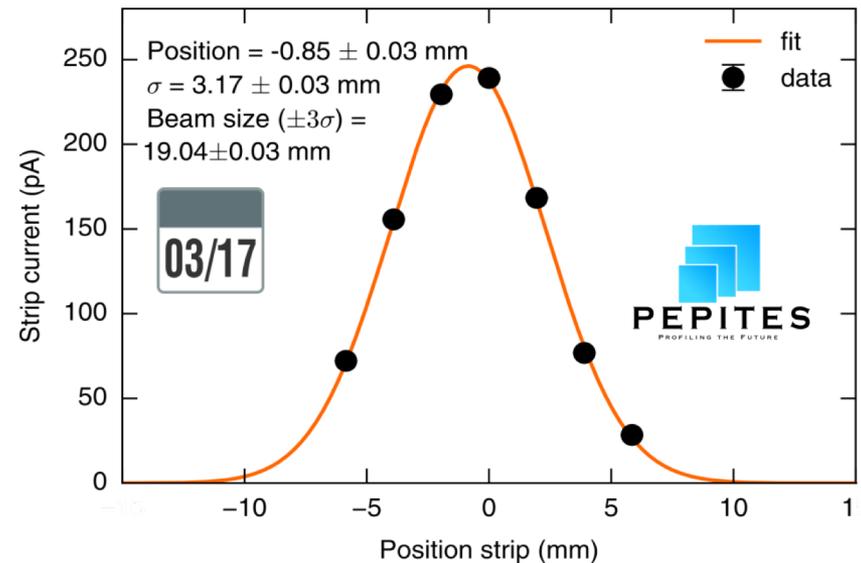
→ **PEPITES validé sur large gamme dynamique**

ARRONAX n'a pas de profileur pour cette gamme d'intensité (1- 10 nA).

Faisceaux thérapeutiques : 5 nA et plus dans l'avenir



Protons 60 MeV, Ibeam = 170 fA



Protons 66 MeV, Ibeam = 10 nA

Tests faisceaux

Etude du signal

02/18

Taux d'émission SEE jusqu'à **100 nA**
faisceau de protons 32, 40, 50 et 68 MeV

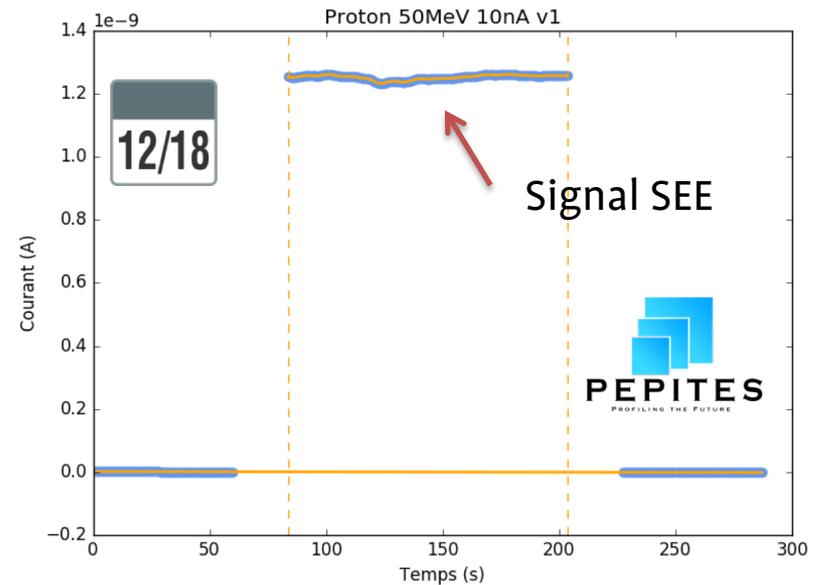
12/18

Taux d'émission SEE jusqu'à **100 nA**
faisceau de protons 32, 40, 50 et 68 MeV
et alpha 68 MeV (17 MeV/u) : **analyses en cours**

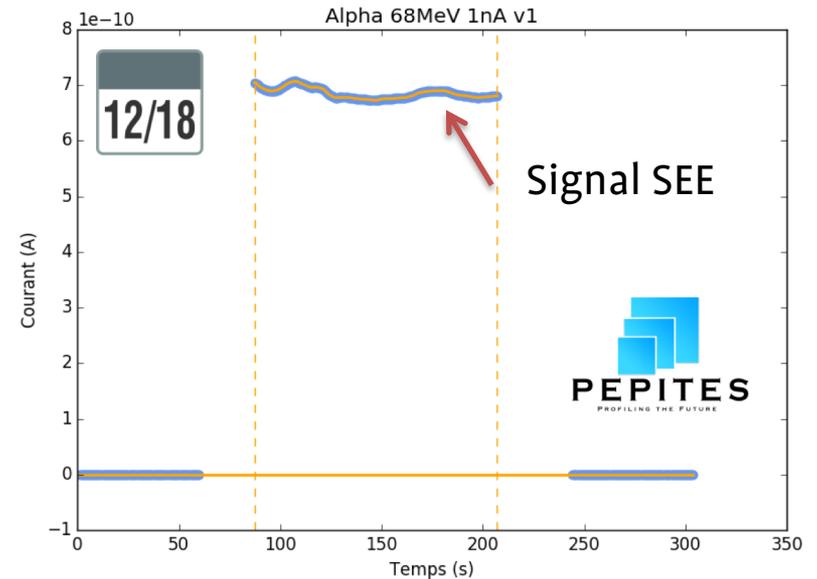
04/19

Test au Centre de Protonthérapie d'Orsay,
protons de 100 à 230 MeV, au nA faisceau
(conditions thérapeutiques)

Papier à paraître



SEE, protons 50 MeV



SEE, Alpha 68 MeV

Tests faisceaux

Tenue aux radiations

Laboratoire des Solides Irradiés (LSI)

06/18

Electrons 2 MeV pour une dose de 10^7 Gy

09/18

Electrons 2 MeV pour une dose de 10^8 et 10^9 Gy
25 μ A de courant faisceau

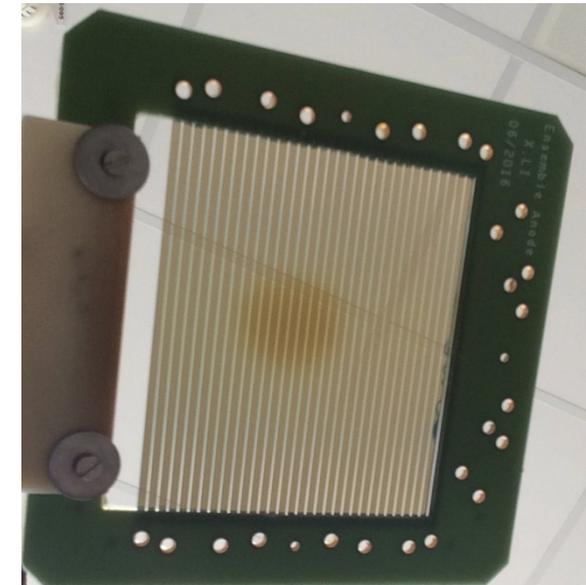
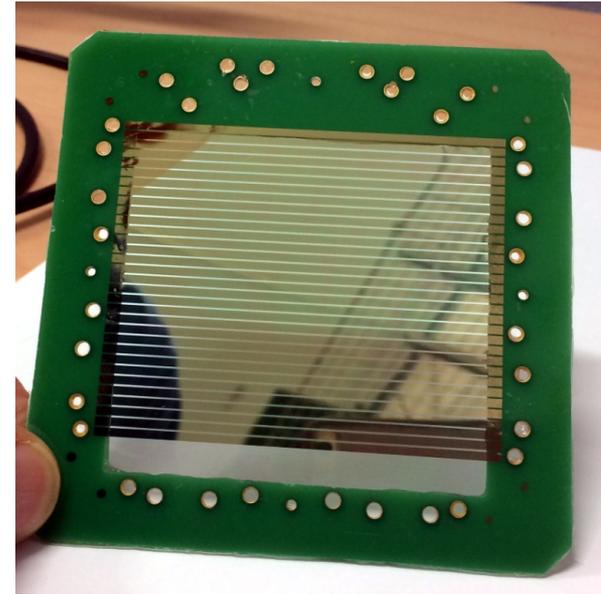
Particule	e- 2 MeV	P 200 keV	P 2 MeV	P 70 MeV	P 230 MeV
dE/dx Kapton (MeV cm ² /g)	1.6	0.7	1.4E2	8.7	3.7

Centre de Sciences Nucléaires et de
Sciences de la Matière (CSNSM)

11/18

Protons 2 MeV et 200 keV (effet nucléaire
important, dégâts max à l'interface CP1/Au)
pour 10^8 Gy

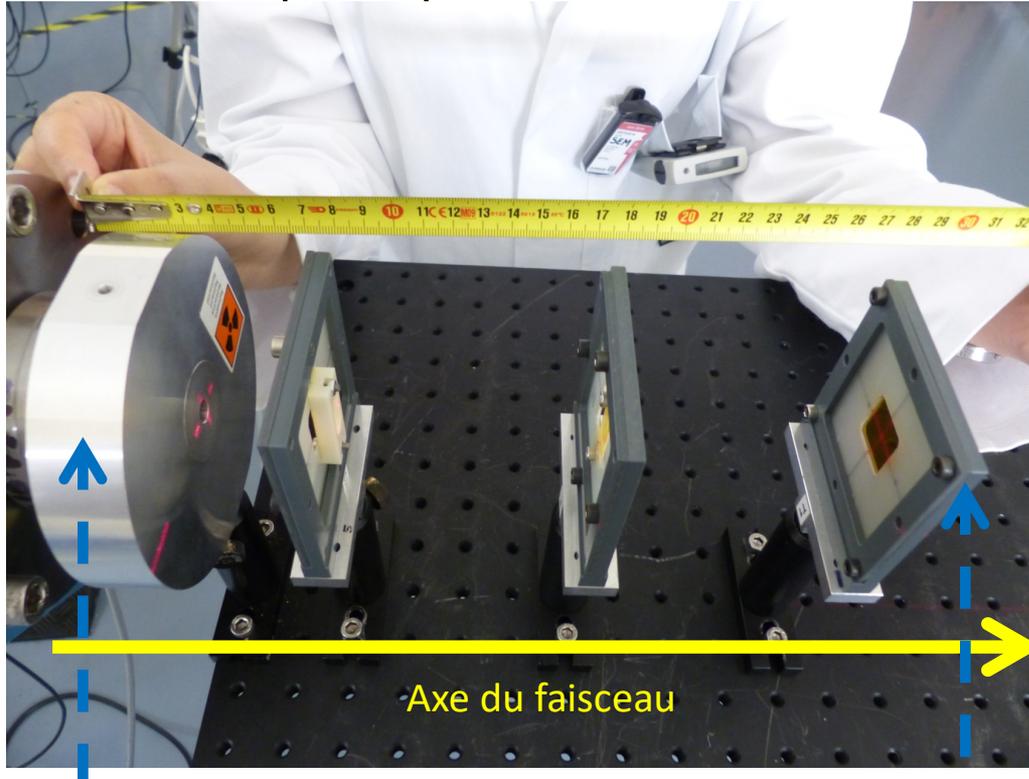
→ CP1 validé comme substrat



CP1 irradié au LSI avant/après

Tests faisceaux

Irradiation du Kapton 8 μ m avec un faisceau H⁺ 68 MeV @ ARRONAX



Collimateur

Porte d'échantillon

Caractéristiques de l'irradiation:

○ I faisceau: 150 -200 nA

○ Dose: 0,5, 1 et 10 MGy

Analyse des échantillons:

○ Spectroscopie UV-Visible
(défauts structuraux)

○ Microscopie à balayage
électronique
(analyse de l'état de surface)

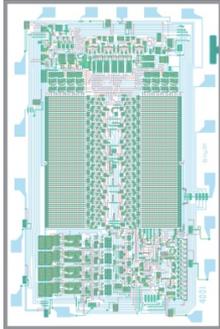
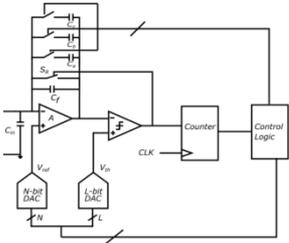
- Les résultats préliminaires montrent un faible changement des propriétés optiques pour l'échantillon à 10 MGy.

- L'étude se poursuivra avec des nouvelles irradiations du Kapton et du CP1.

Electronique de lecture

- Développement par le CEA-DEDI : Fikre GEBREYOHANNES (post-doc arrivé au 01/19) et Olivier GEVIN
- Grande gamme dynamique
- Techno XFAB 180 nm

 Vous êtes ici



SPECS
01/19 - 02/19

DESIGN
03/19 - 06/19

LAYOUT
07/19 - 09/19

TAPEOUT
10/19 - 12/19

PCB
01/20 - 03/20

TEST
04/20 - 06/20

Perspectives

Valorisation

Brevet déposé → communications possibles

PEPITES à ARRONAX

Utilisation en routine → Connaissance précise du profileur →

Installation en thérapie

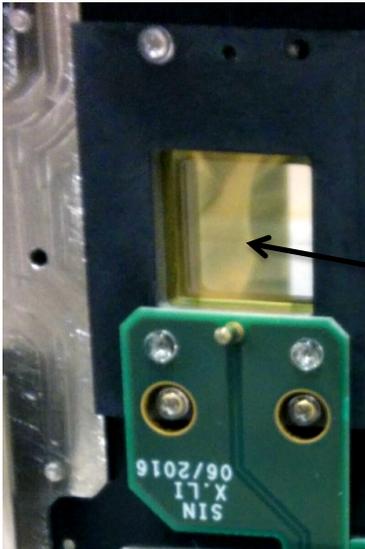
Vers les nouvelles machines

- Micros faisceaux ?
- Traitement flash ?

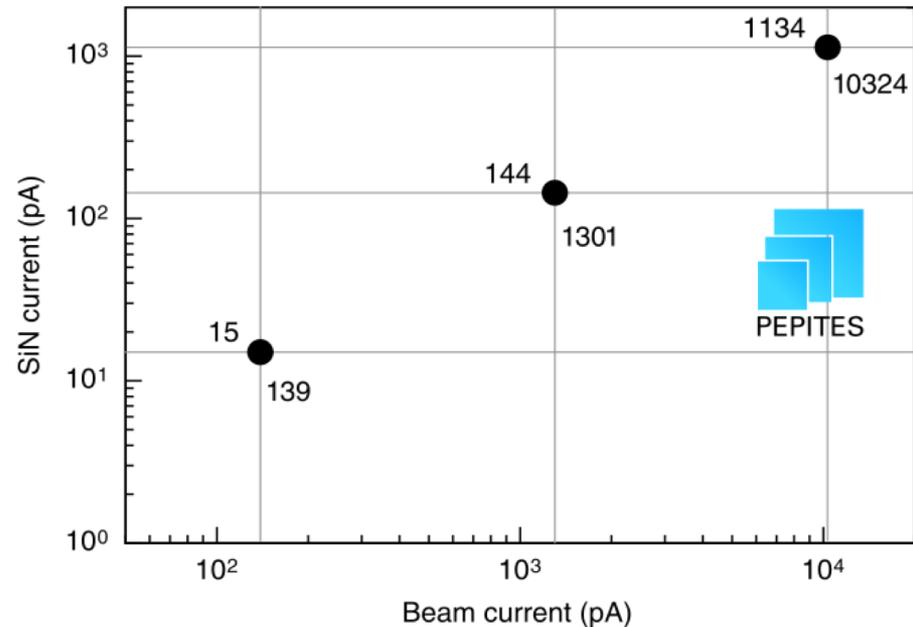
Contenu additionnel

Le nitrure de silicium

- Céramique → résistance jusqu'à 1900 °C
- Faible épaisseur (nm) → WET encore plus bas
- Cassant
- Faibles surfaces autoportée disponible → R&D nécessaire



50 nm Au sur 100 nm SiN



Mesures d'émission SEE de l'échantillon Au + Sin