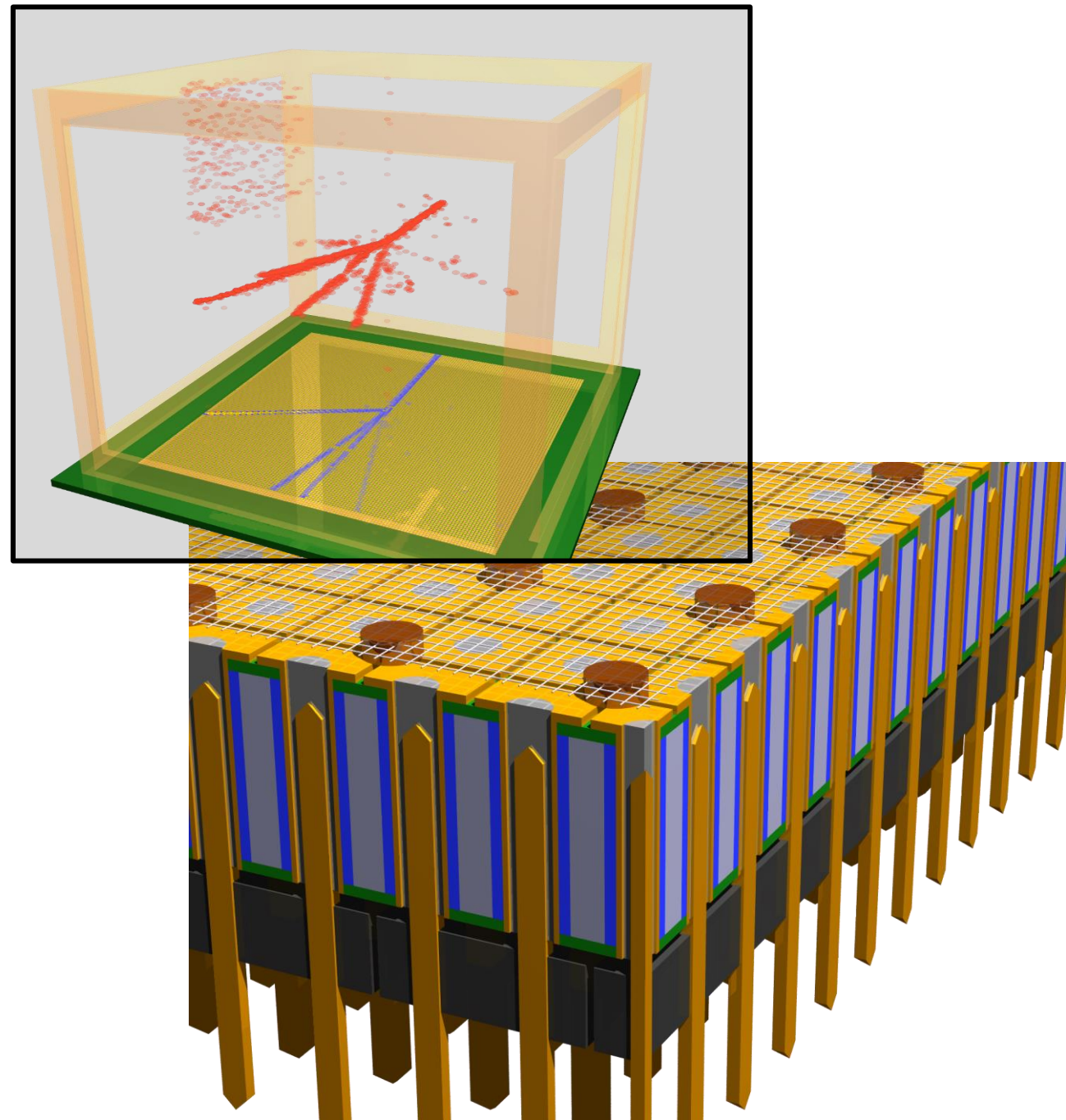


retour d'expérience

ACTAR TPC

- **ACTAR TPC en bref**
rappel des concepts
- **plan de pads (FAKIR)**
conception à fiabiliser
- autres développements

Jérôme Giovinazzo, LP2i Bordeaux



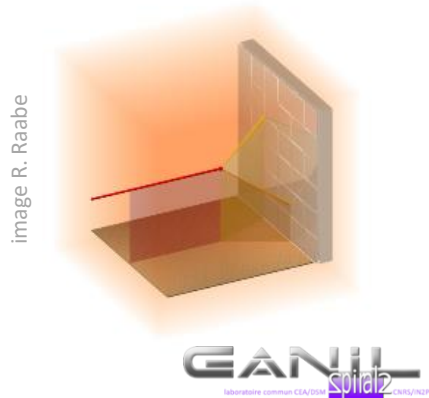
ACTAR TPC décliné en 2 géométries

Active TARget & Time Projection Chamber

une TPC versatile pour la physique nucléaire

réactions nucléaires

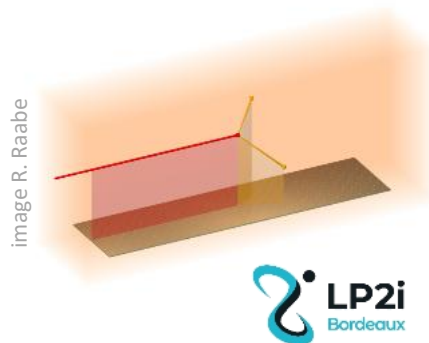
- collab. MAYA (GANIL)
« cible active »
- plan de pads carré
(256×256 mm²)
- traces transverses longues
(& détecteurs additionnels)



radioactivités « exotiques »

(émission de protons)

- TPC radioactivité 2P (CENBG)
- plan de pads rectangulaire
(128×512 mm²)
- implantation ions
→ **profondeur d'implantation**
grande dispersion
- émission de protons
→ **traces transverses courtes**

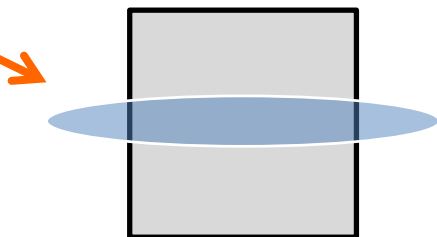


en phase d'exploitation

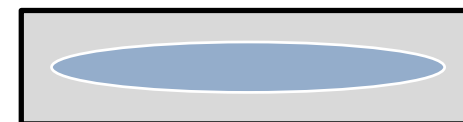
- campagnes GANIL
2019, (2020,) 2021, 2022
- mode « **cible active** »
& « **décroissance** »

→ énergie GANIL (75 MeV/A)

→ énergie RIKEN (250 MeV/A) ou GSI (600 MeV/A)



distribution d'implantation



en test (fin 2022)

même techno...
même surface...
même électronique...

le plan de pads: FAKIR

R&D: PCB à cœur métallique

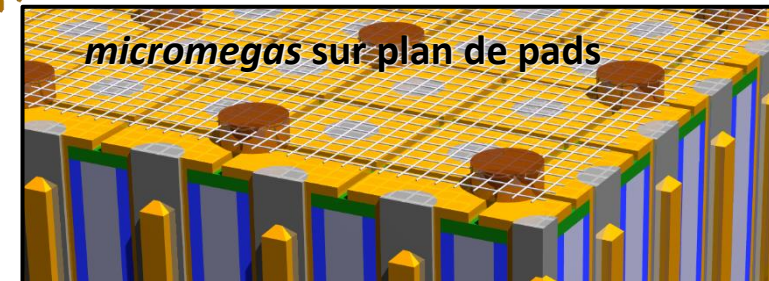
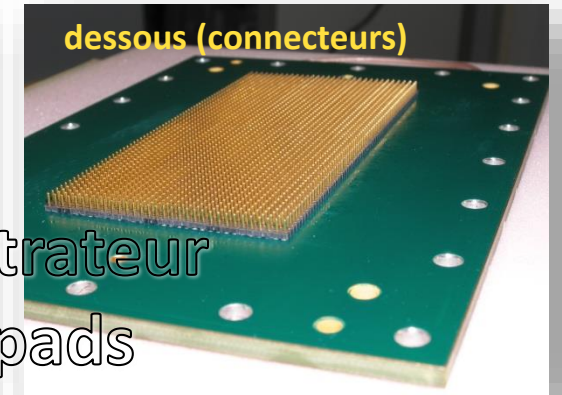
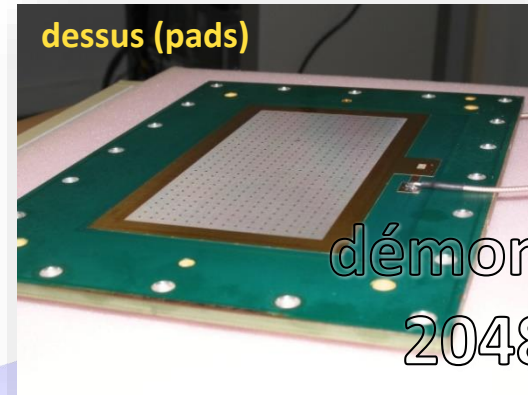
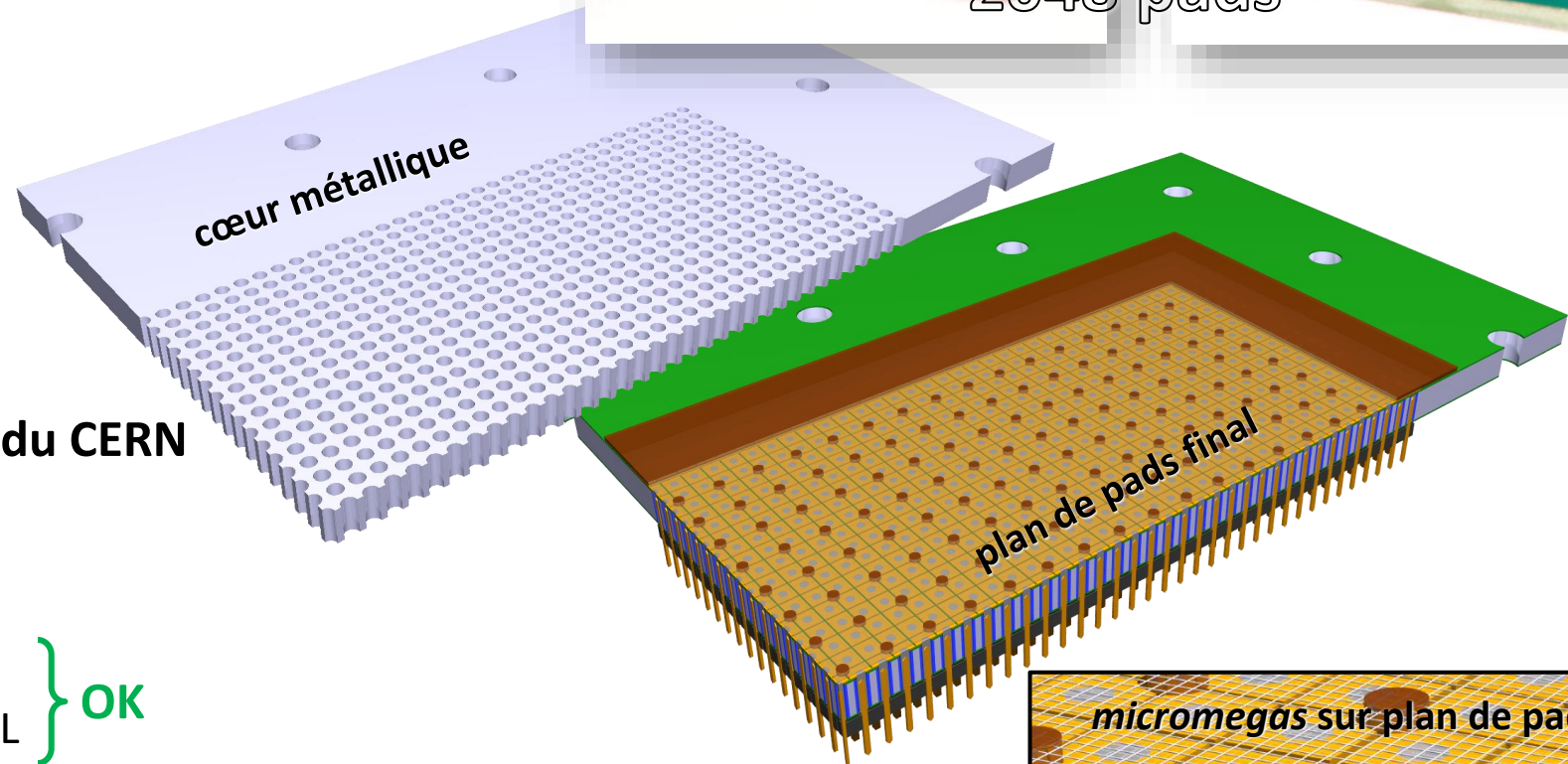
- grande densité de signaux (16384 pads de $2 \times 2 \text{ mm}^2$)
- tenue mécanique (vide) déformation & étanchéité

développé avec l'atelier PCB du CERN

(R. de Oliveira)

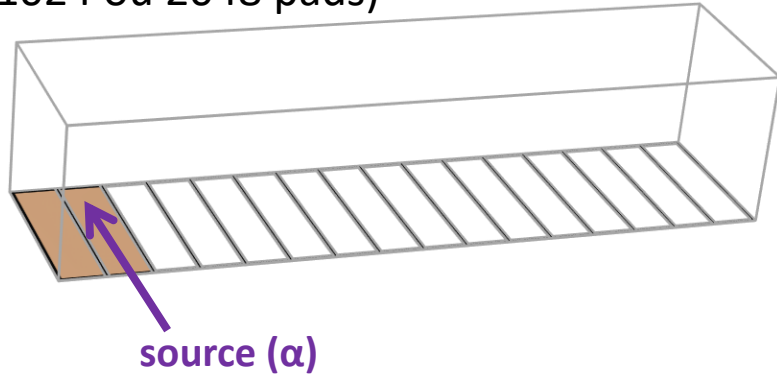
étapes PCB + micromegas

- démonstrateur CENBG
 - géométrie « réaction » GANIL
- géométrie « décroissance »



le détecteur version « décroissance »

équipement partiel (électronique)
(1024 ou 2048 pads)

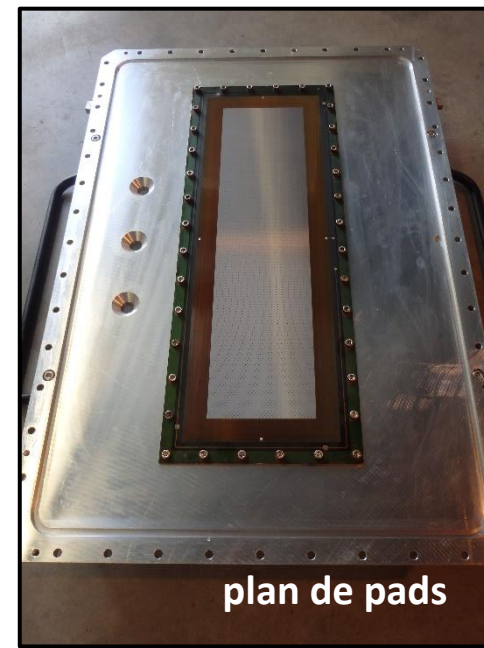


1. pulser sur *micromesh*

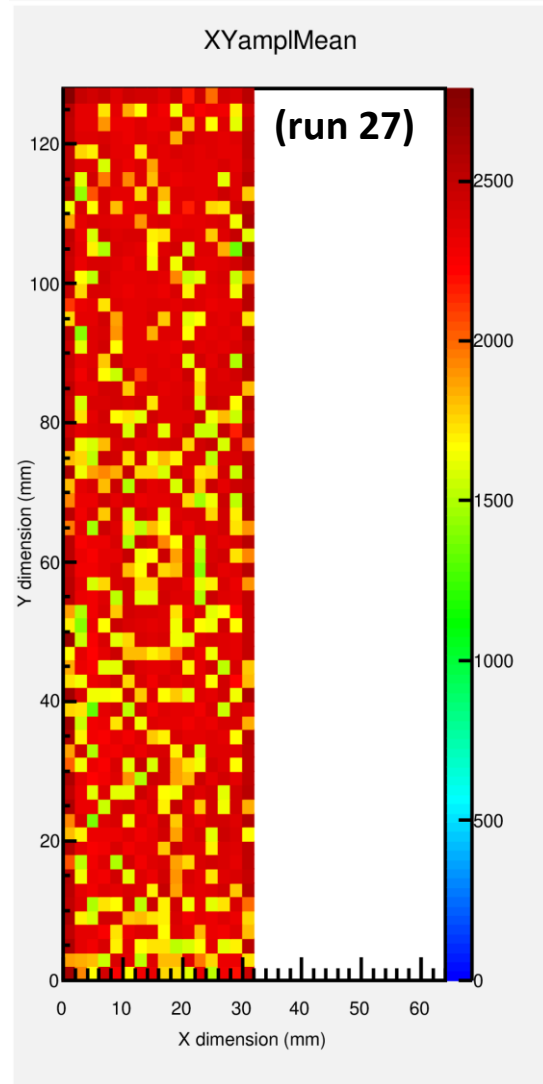
- pas de HT
- signal induit sur tous les pads

2. source alpha

- HT micromegas et cage de champ
- traces des particules

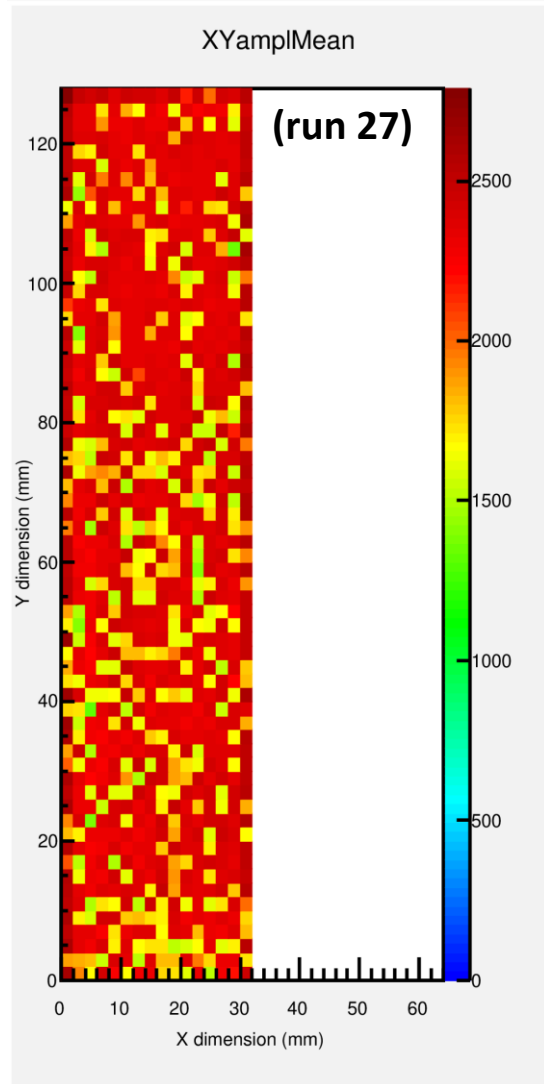


tests pulser: inhomogénéité d'amplitude



**perte de 30 à 50 % de
l'amplitude du signal !**

tests pulser: inhomogénéité d'amplitude

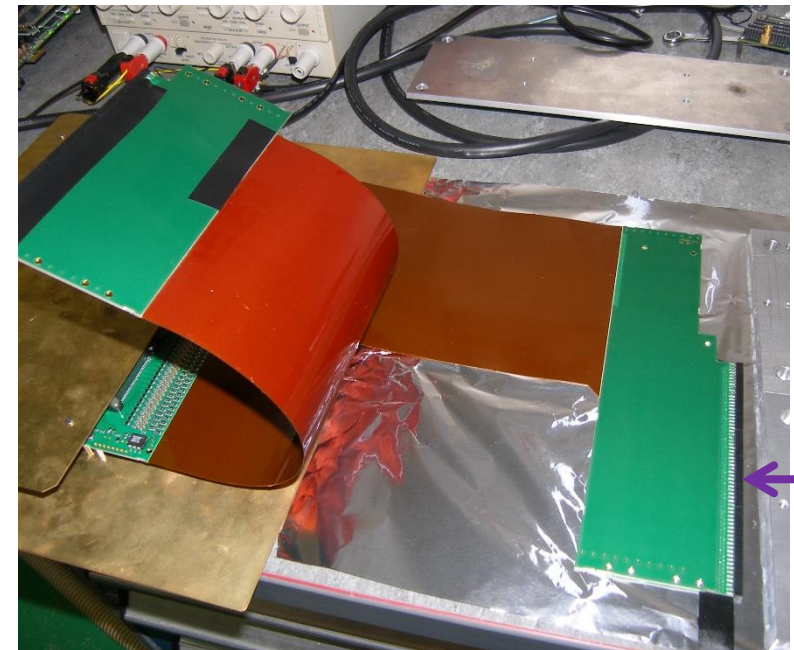


vérification de toute la chaîne électronique

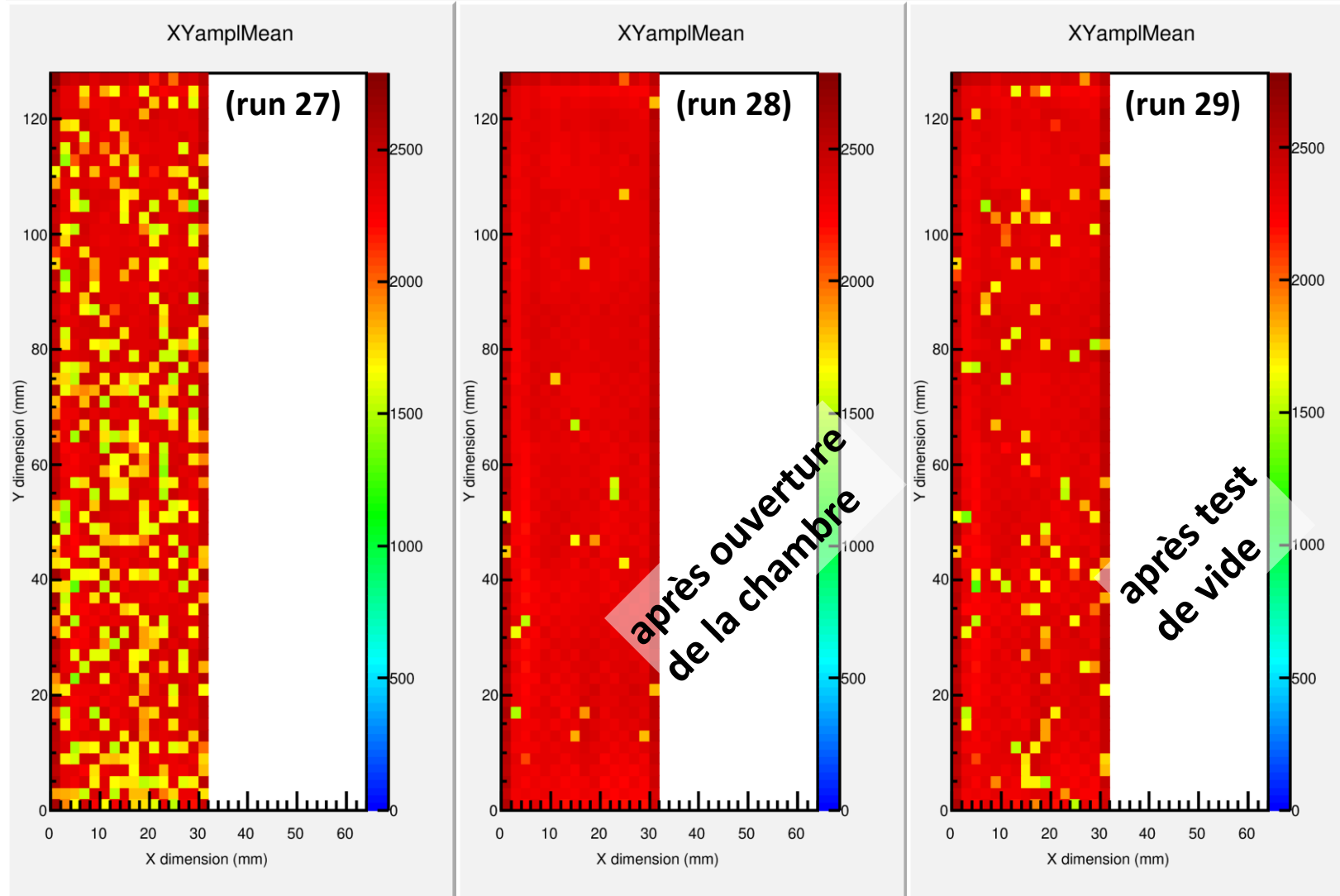
- circuits de connexion flexible (pads $\leftrightarrow$ front-end)
- cartes front-end

injection directe d'un pulse
sur capa en entrée

perte de 30 à 50 % de
l'amplitude du signal !



tests pulser: **variabilité d'amplitude**



**perte de 30 à 50 % de
l'amplitude du signal !**

**variabilité d'une mesure
à l'autre**

pas de reproductibilité !

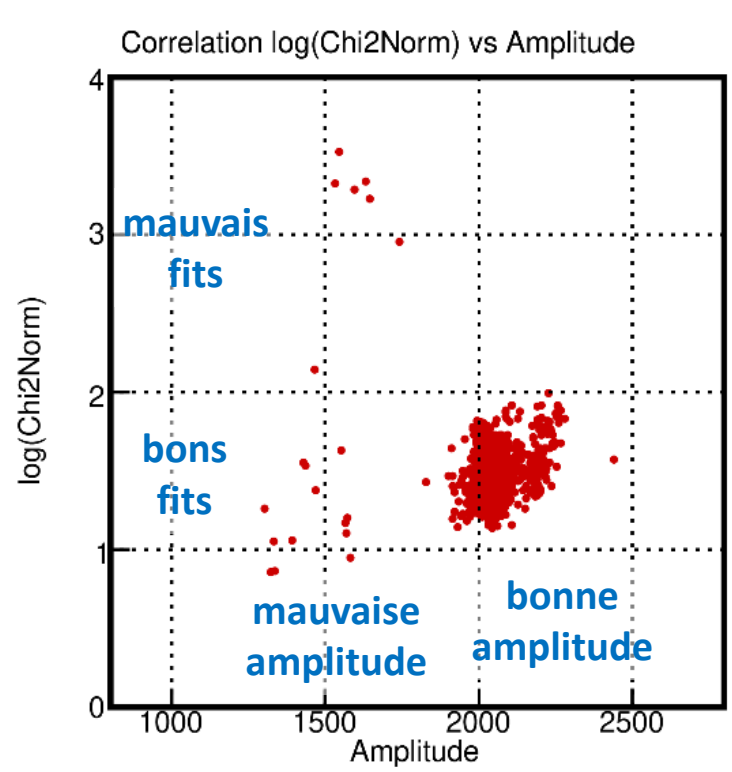
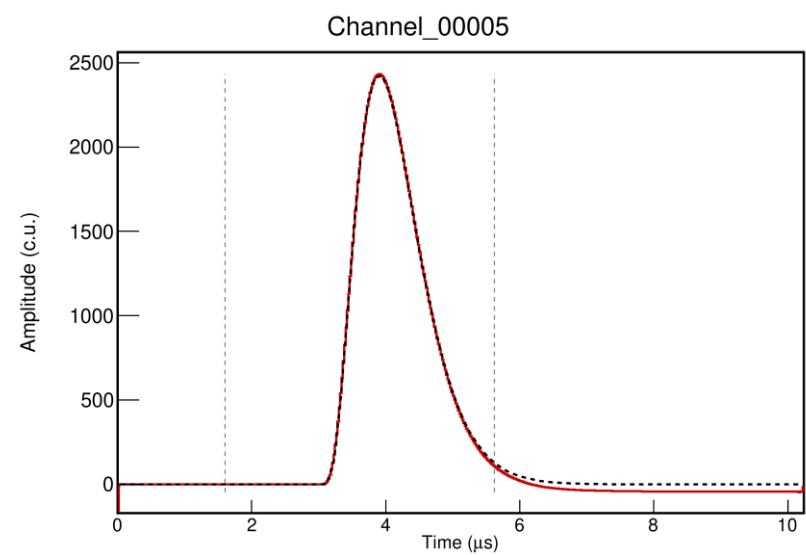
tests pulser: analyse du signal

fit du signal $f(t) = A \cdot \exp(-3 \cdot r(t))$ with $r(t) = (t - t_0)/\tau$

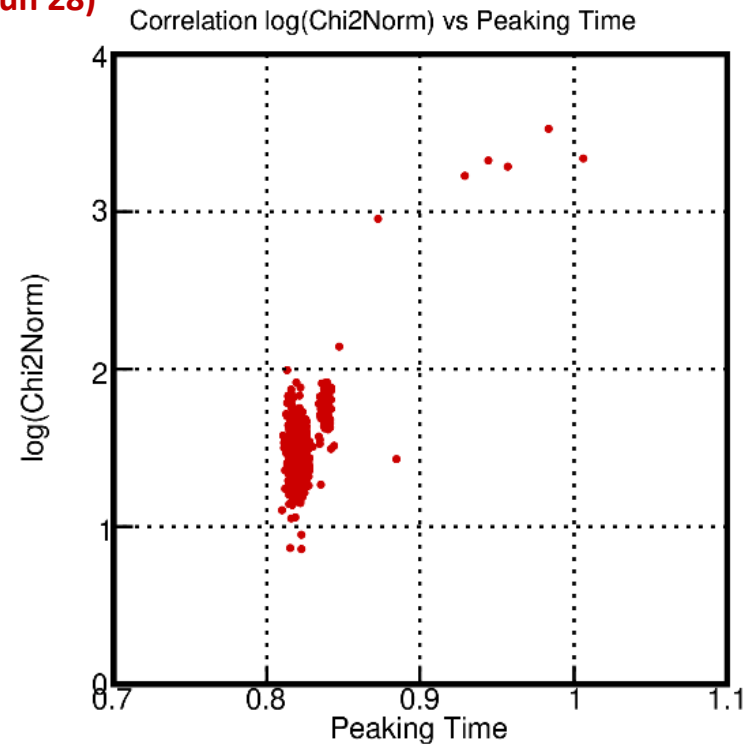
paramètres:

- A amplitude
- t_0 décalage temps
- τ *shaping* (largeur)
- χ^2/dof qualité du fit

corrélations entre paramètres
("bon" run)



(run 28)



tests pulser: analyse du signal

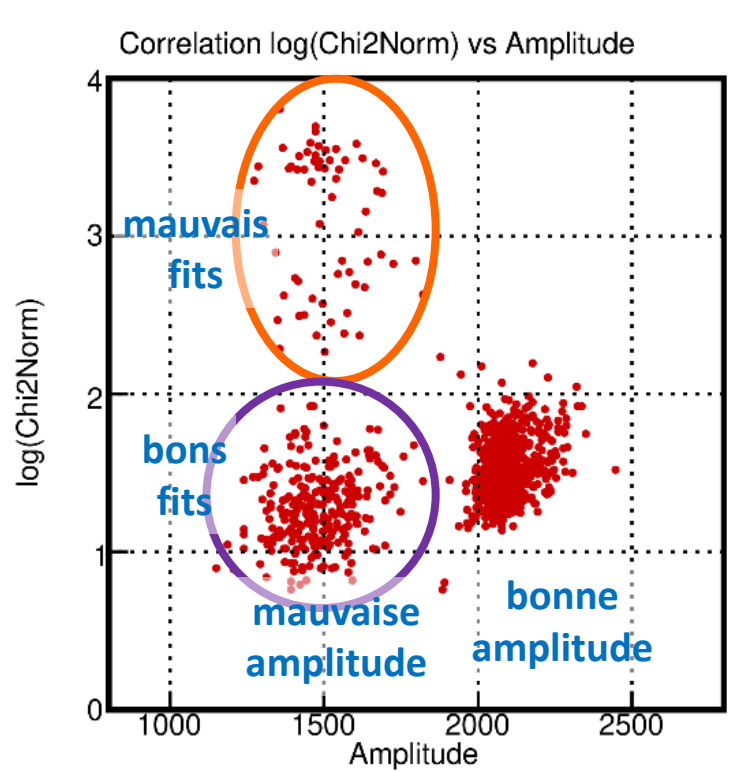
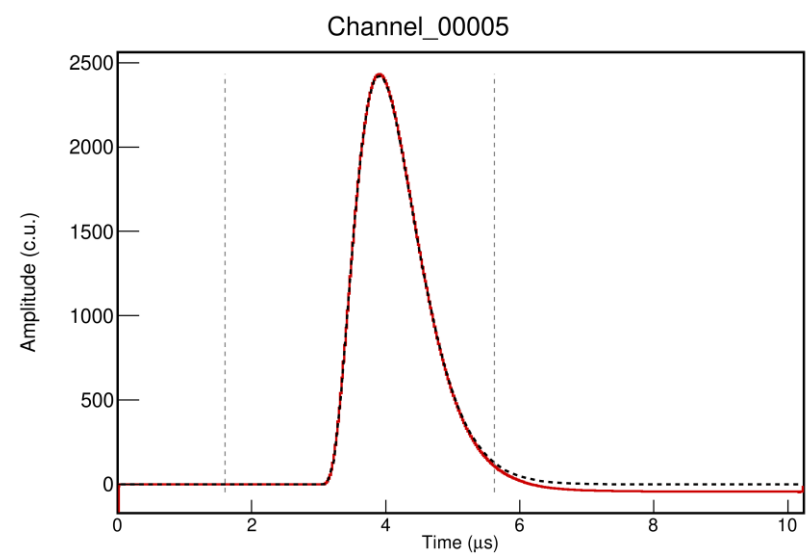
fit du signal $f(t) = A \cdot \exp(-3 \cdot r(t))$ with $r(t) = (t - t_0)/\tau$

paramètres:

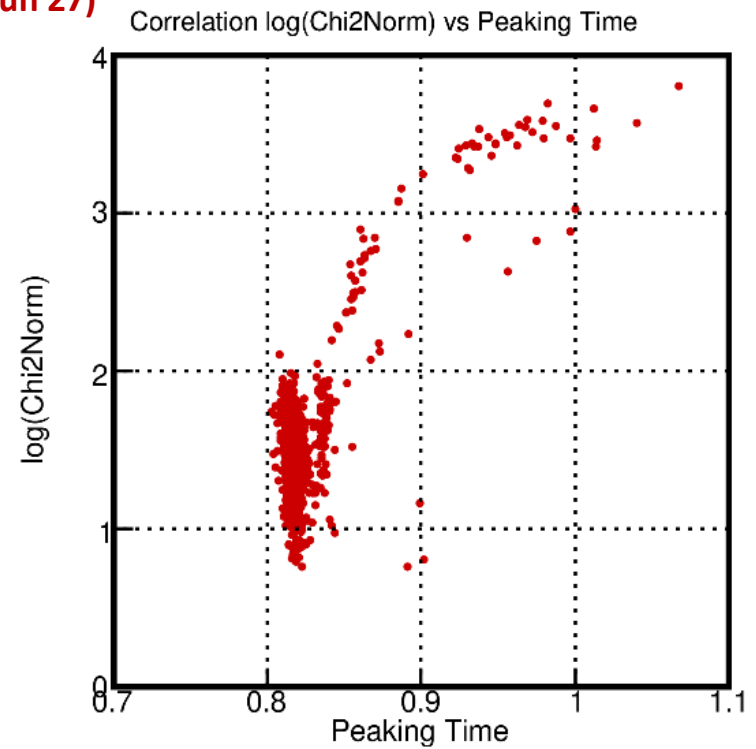
- A amplitude
- t_0 décalage temps
- τ *shaping* (largeur)
- χ^2/dof qualité du fit

corrélations entre paramètres
("mauvais" run)

- mauvais fit (forme signal) $\Rightarrow$ mauvaise amplitude
- mais la plupart des pads avec mauvaise amplitude ont une forme correcte !



(run 27)



source du problème: plan de pads

mêmes carte (élect.) / différents pads $\Rightarrow$ « pattern » très différent

$\rightarrow$ pas les cartes

mêmes pads (élect.) / différentes cartes $\Rightarrow$ « pattern » $\sim$ similaire
(reproductibilité...)

$\rightarrow$ pas la connexion au cartes

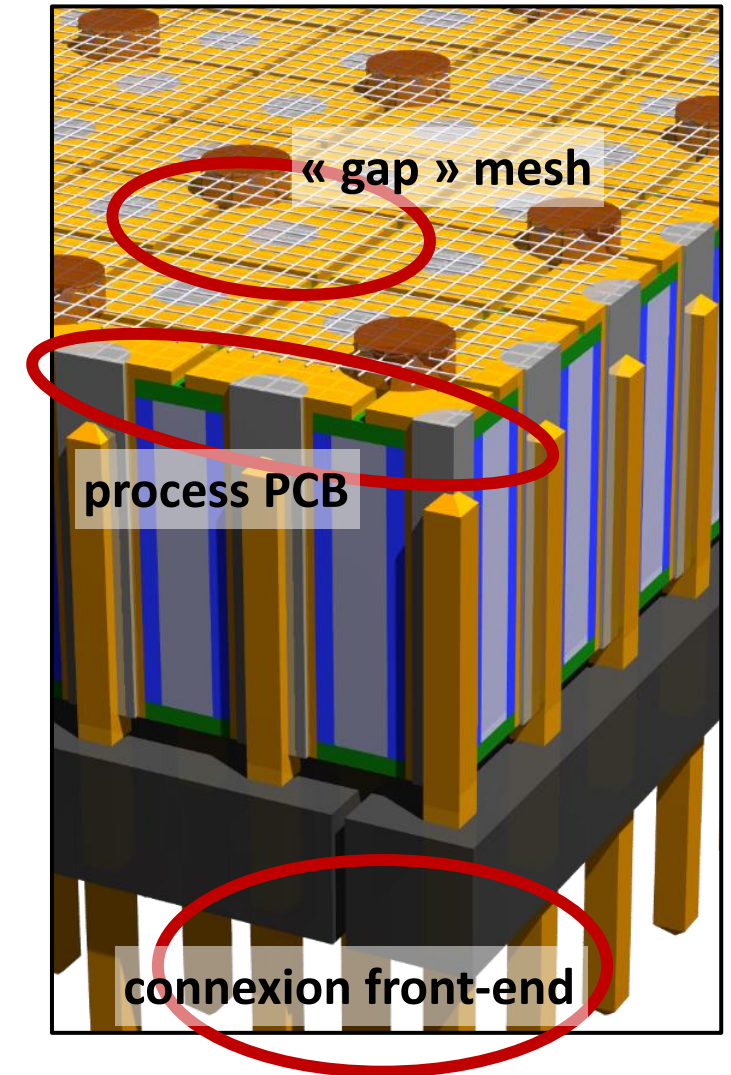
$\rightarrow$ problème du *process PCB* ?

$\rightarrow$ problème « gap » *mesh* ? (induction)

test du « gap » *mesh* :

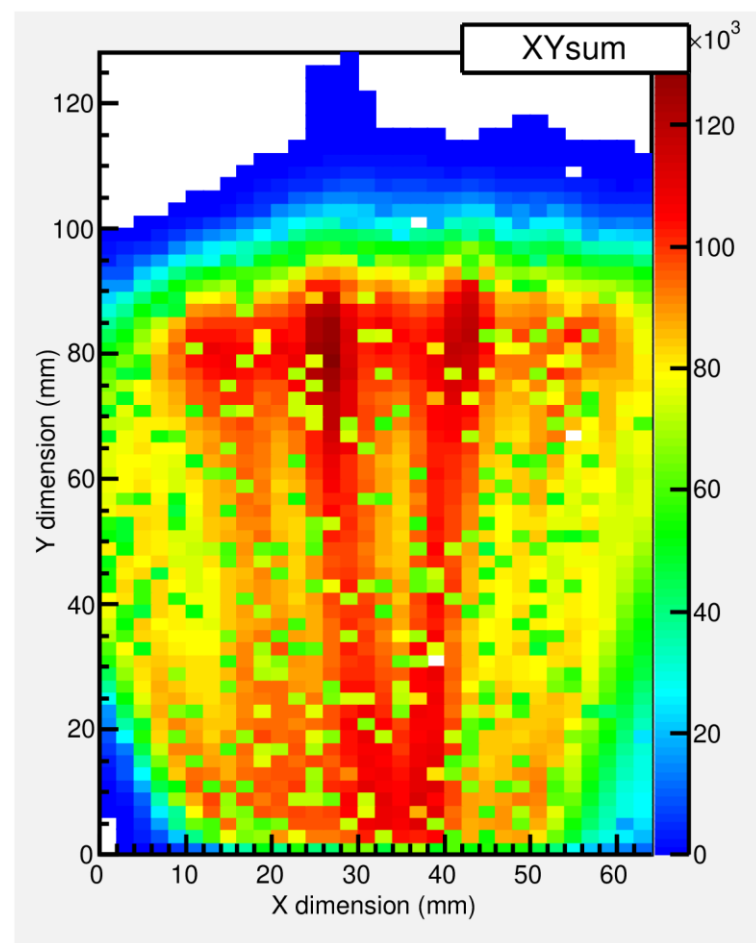
$\rightarrow$ pulser (*induction*): $\Delta A \propto \Delta d$

$\rightarrow$ source (*collection*): $\Delta A \propto (\Delta d)^2$



test en source alpha

cumul des traces alpha
(amplitude / pad)

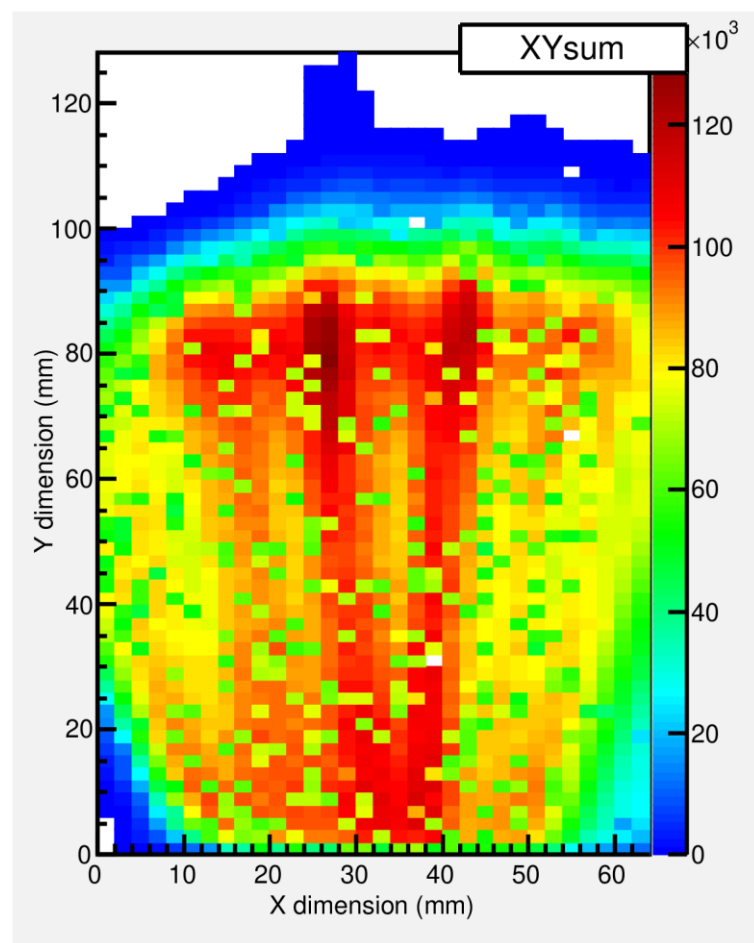


effet similaire aux test pulser

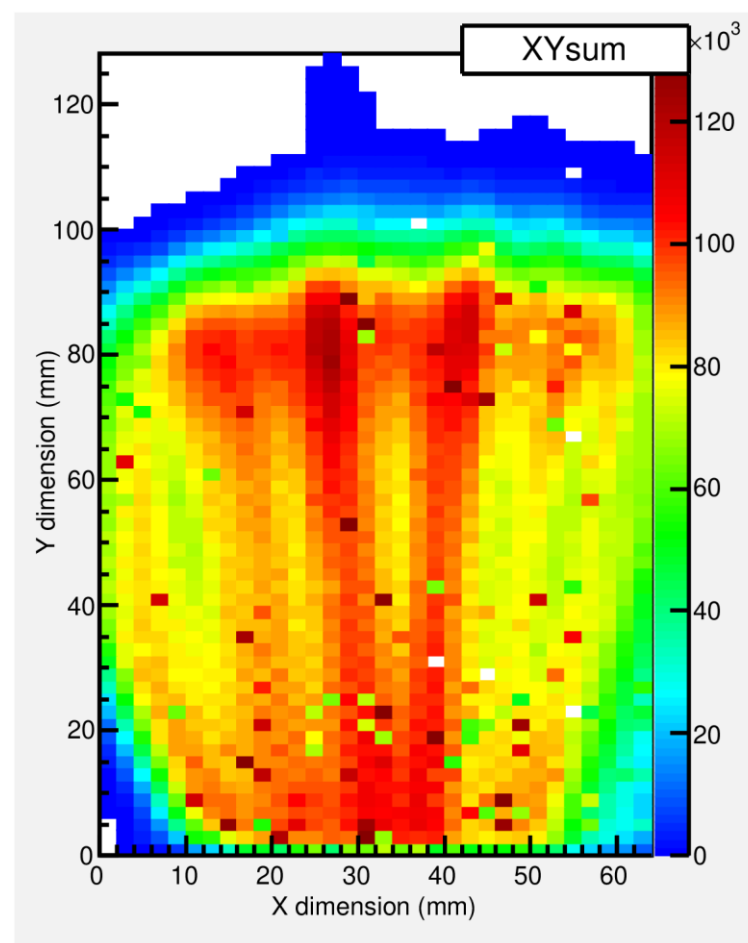
- **est-ce que cela peut être corrigé par étalonnage ?**
(pulser utilisé pour alignement des gains)
- qu'en est-il des pads avec une mauvaise forme de signal ?

test en source alpha

cumul des traces alpha
(amplitude / pad)



pas d'étalonnage



alignement des gains (pulser)

**l'étalonnage corrige la plupart
des pads, pas tous ← reproductibilité**

**pour ces pads, même problème
induction & collection**

→ pas lié au « gap »

difficulté de ne pas avoir de variation
pour les séries de mesures pulser
(point d'étalonnage) et la mesure
en source...

conclusion sur le plan de pads

- grande variabilité des mauvais pads
- problème situé au niveau *pad-pin*:
 - pas l'électronique
 - pas la connexion
 - pas le gap

!!! DETECTOR INUTILISABLE !!!

- jamais observé sur les plans précédents
principale différence: couche résistive ?

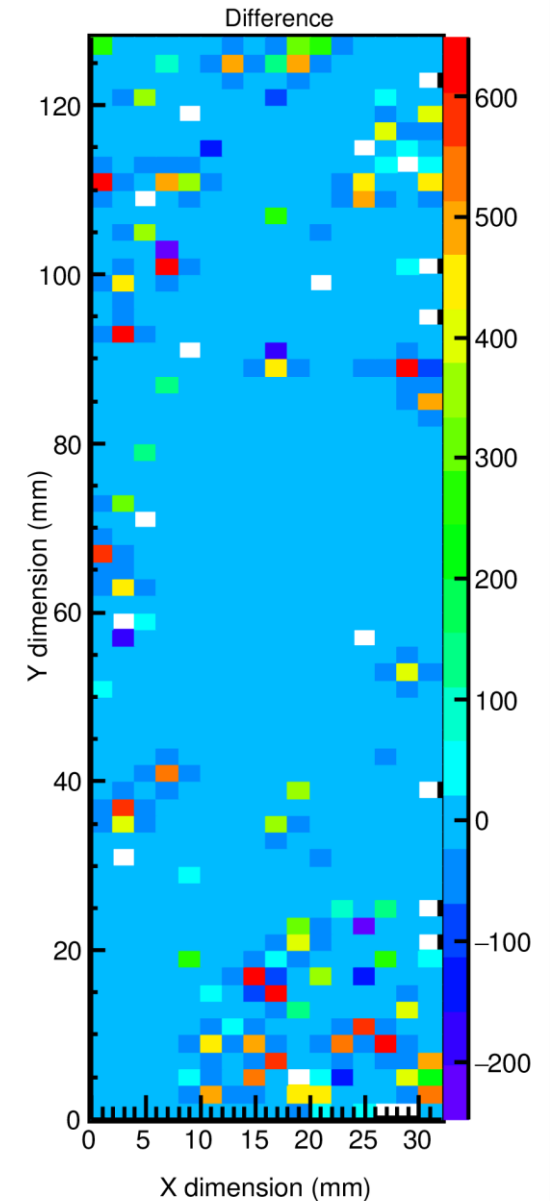
→ discussion CERN PCB workshop

hypothèse: **oxydation pâte argent** → résistance
variabilité aux conditions: pression, gaz, contraintes méca...
(mais tests avec résistance série peu concluant)

réalisation d'un nouveau plan de pads...

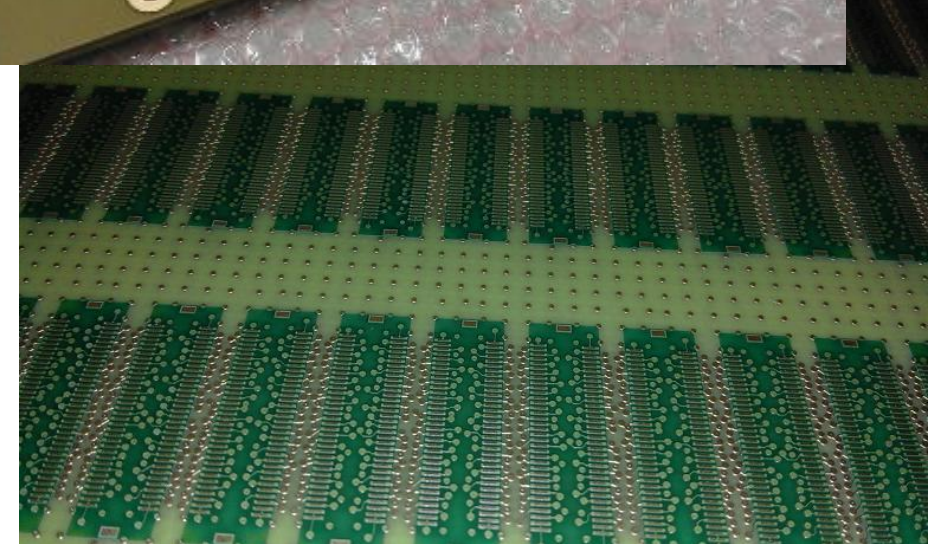
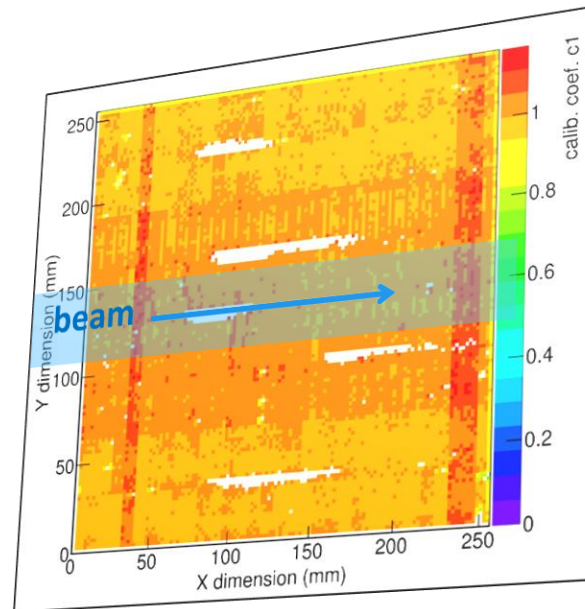
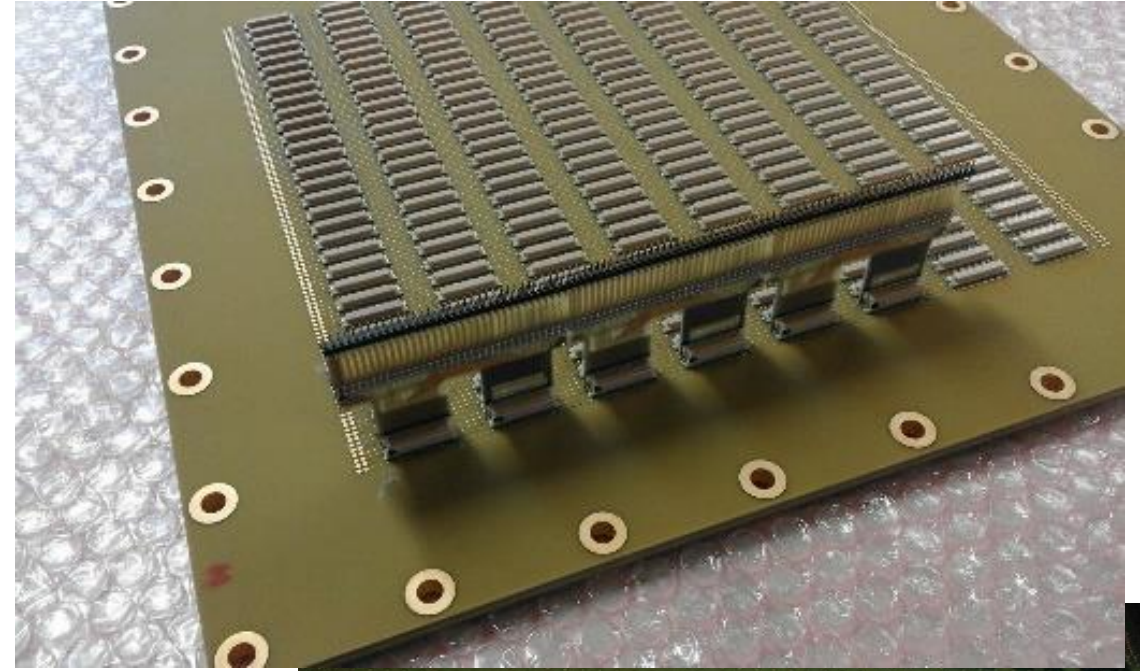
comparaison de
2 *runs* consécutifs
(pulser)

les variations
influencent
les pads voisins !!



plan de pads version PCB « classique »

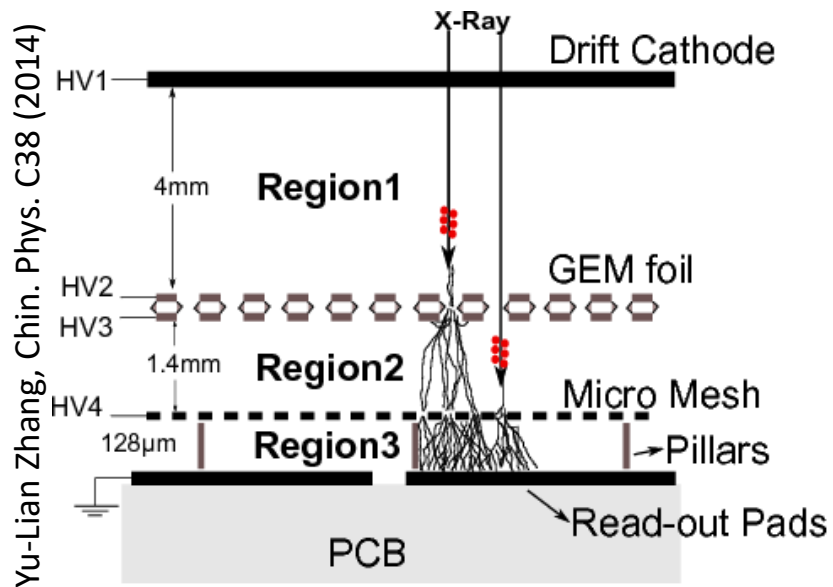
- **circuit collé sur brides**
connexion par « lumières » dans la bride
(P. Gangnant, GANIL)
 - **routage complexe** (M. Blaizot, GANIL)
 - pads de 2 mm vers connecteurs 0,5 mm (pitch)
 - nécessité d'un PCB 16 couches
 - connecteurs vers front-end fragile
 - **problème à la réalisation**
des court-circuits avec la bride
(problème soluble)
zones « mortes »
- **utilisé dans la campagne 2019**
(2 nat. comm., 1 NIM)



développements en cours (GANIL)

problème du faible gain des gaz purs
(monoatomiques ou diatomiques)

amplification: **micromegas + GEM**

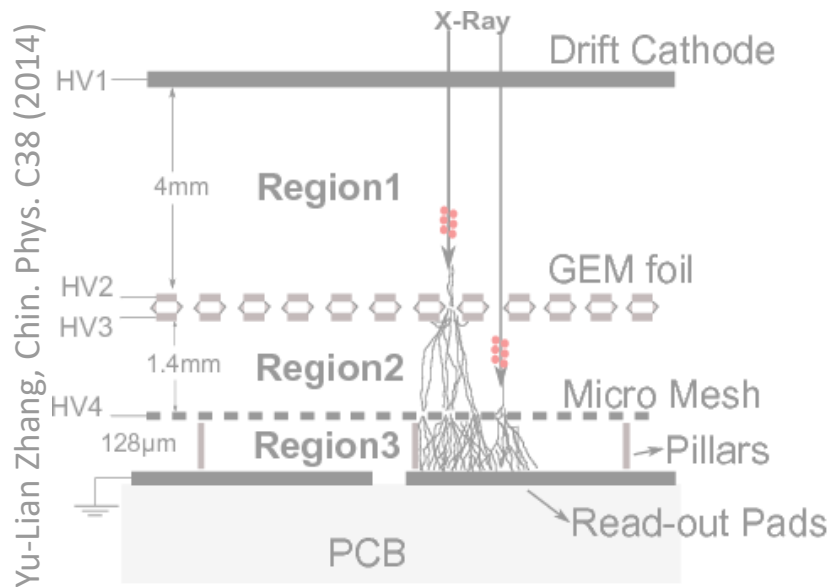


+ recyclage des gaz (polluants, chers...)
→ exposé de C. Nicolle

développements en cours (GANIL)

problème du faible gain des gaz purs
(monoatomiques ou diatomiques)

amplification: micromegas + GEM



+ recyclage des gaz (polluants, chers...)
→ exposé de C. Nicolle

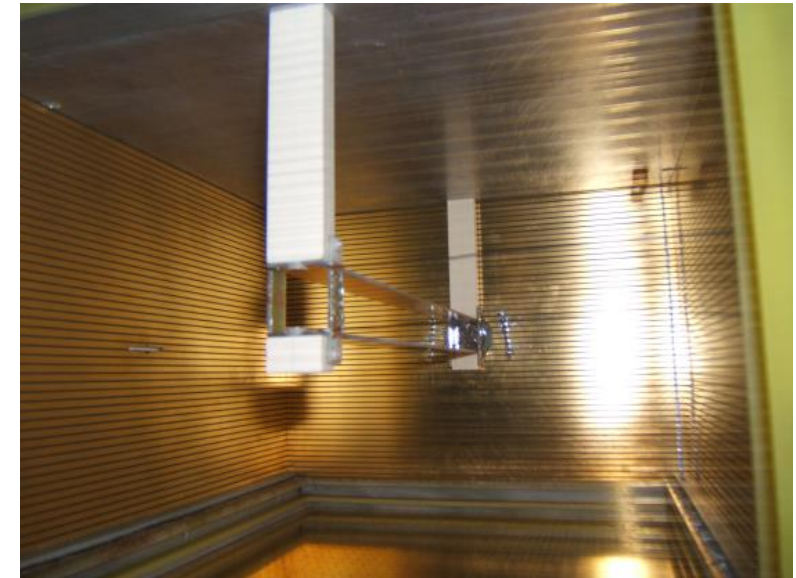
problème de la charge déposée par le faisceau
(mode cible active)

probabilité de réaction faible

quelques événement / flux incident

- atténuation par polarisation des pads jusqu'à $\sim 10^4$ ion / s
- **masque faisceau** (électrostatique)
 - 10^6 ions (lourds) / s
 - double cage (écrantage charge espace)

mais perte de la trace faisceau...



merci de votre attention