

Résultats des tests en faisceau de septembre 2023 sur deux détecteurs FBK planaires

Réunion du groupe ATLAS ITk Pixel au LPNHE

P. Chabrilat¹, G. Calderini¹, F. Crescioli¹

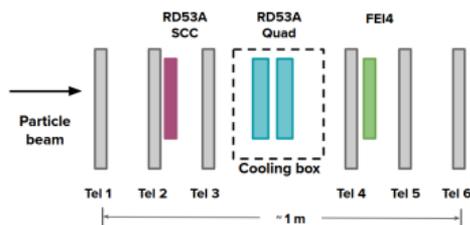
¹LPNHE
Paris

ATLAS ITk Pixel LPNHE 20/02/2024

Installation de tests en faisceau

Evaluer la capacité des détecteurs à voir des particules :

- Faisceau de pions ($E \simeq 120\text{GeV}$) traversant les détecteurs
- SPS, "North Area" au CERN
- "Device Under Test" (DUT) placé entre les plans d'un "télescope" (détecteur très précis)
- Reconstruction des trajectoires avec le télescope, extrapolation au point d'intersection avec le DUT, association avec ce qu'a vu le DUT



Efficacité de reconstruction : $\epsilon = \frac{\text{Nombre de traj avec cluster associé sur DUT}}{\text{Nombre total de traj traversants le DUT}}$

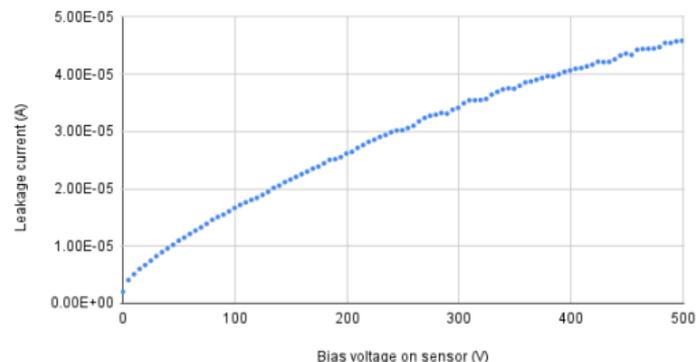
Spécification ITk sur l'efficacité :

- Module non irradié : $\epsilon \geq 98\%$
- Module irradié : $\epsilon \geq 97\%$ à polarisation max 400V pour les $100\mu\text{m}$ et 600V pour les $150\mu\text{m}$

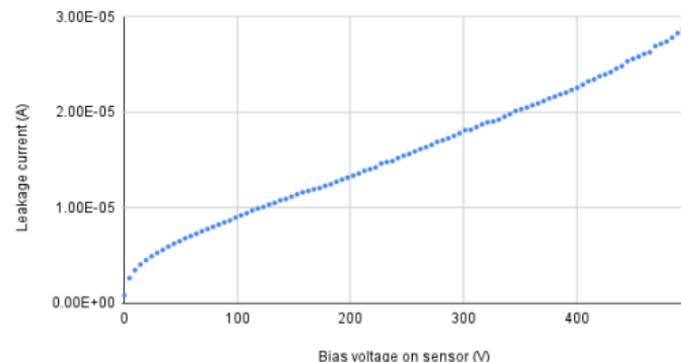
W09S2 et W09S3

- FBK
- Planaires fins, $100\mu\text{m}$
- Pixels de $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$
- Irradiés à $0.5 \times 10^{16} \text{n}_{\text{eq}}/\text{cm}^2$

W09S2 at T=-52.5C



W09S3 at T=-52.5C



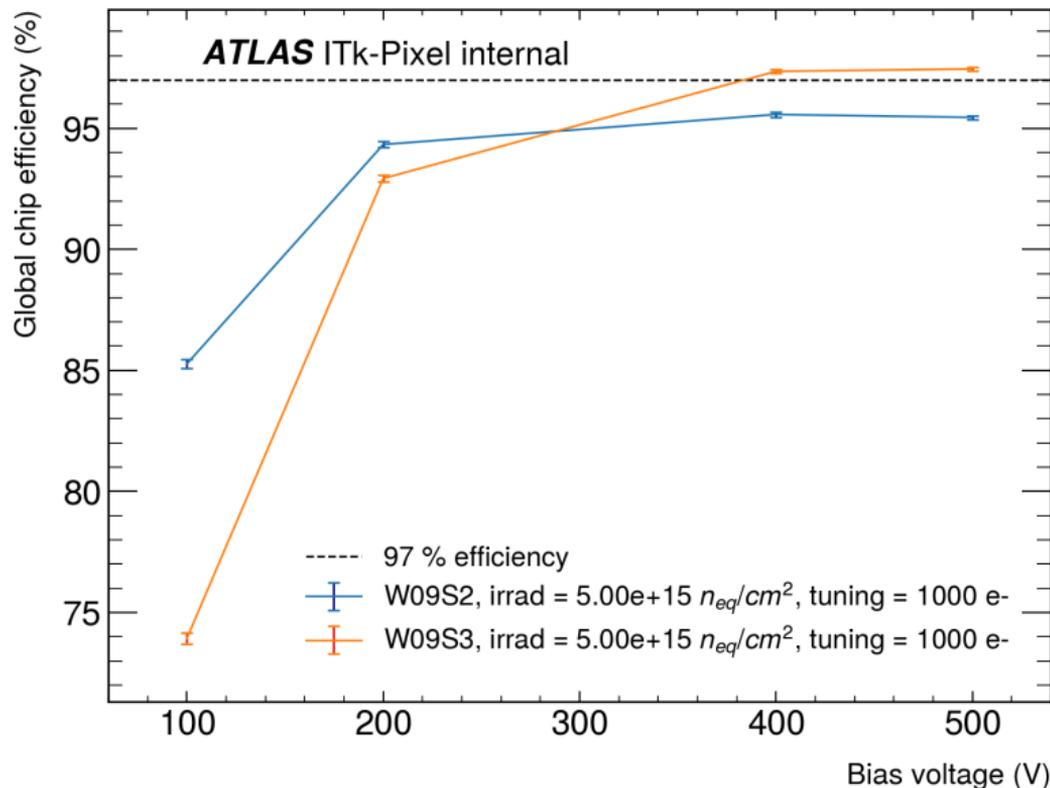
Run	12888, 12890, 12893, 12896-12898			12926, 12929, 12927, 12983			13560, 13561, 13575, 13586			13660		
DUT	Tens. pola. (V)	Temp. (C)	Tuning (e-)	Tens. pola. (V)	Temp. (C)	Tuning (e-)	Tens. pola. (V)	Temp. (C)	Tuning (e-)	Tens. pola. (V)	Temp. (C)	Tuning (e-)
SCC4	30	-	1000	30	-	1000	30	-	1000	30	-	1000
W09S2	100	-54	1000	200	-54	1000	400	-54	1000	500	-54	1000
W09S3	200	-54	1000	100	-54	1000	400	-54	1000	500	-54	1000

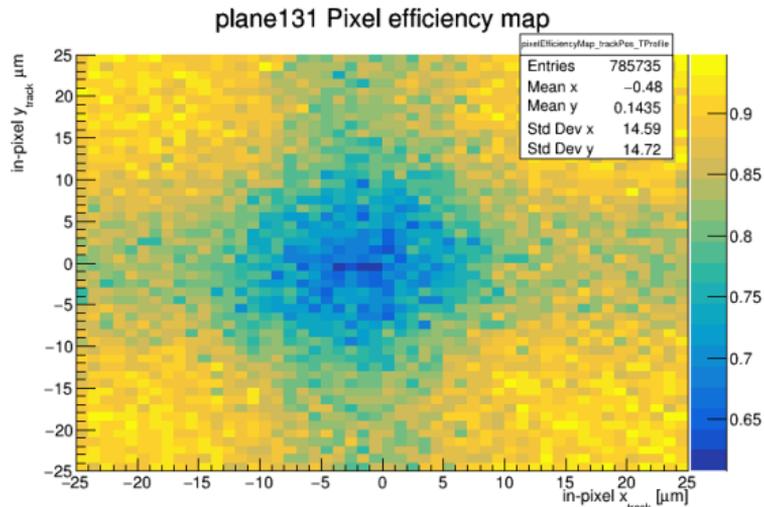
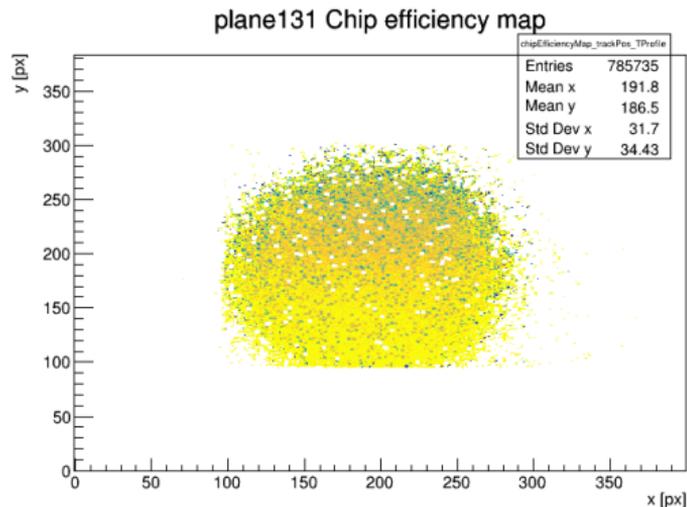
Troisième détecteur : SCC4

Télescope : bonne résolution spatiale, moins bonne résolution temporelle

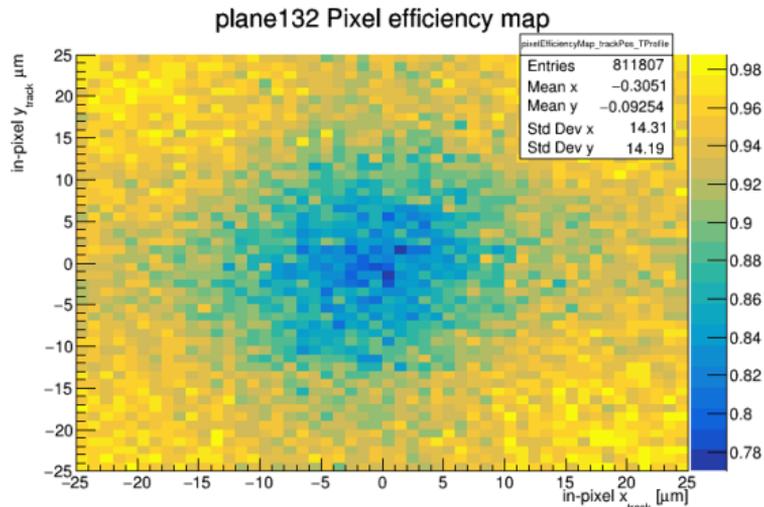
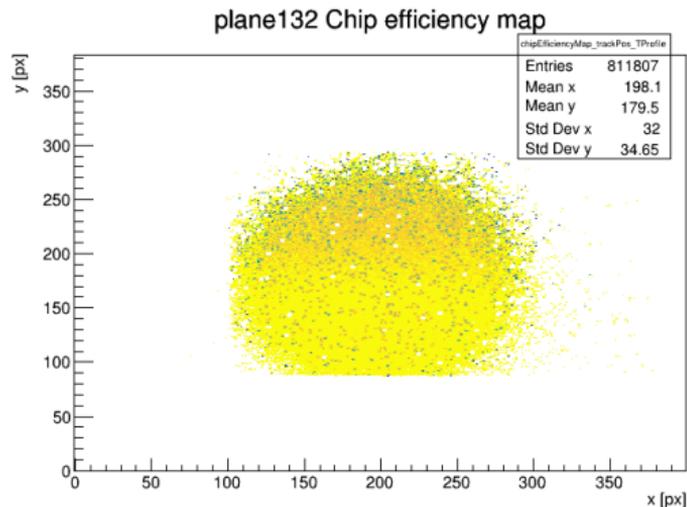
Etape de masquage des pixels bruyants : masquage des pixels avec une fréquence de déclenchement $> 30 \times$ la fréquence de déclenchement moyenne.

Reconstruction results for September2023 TB at LPNHE

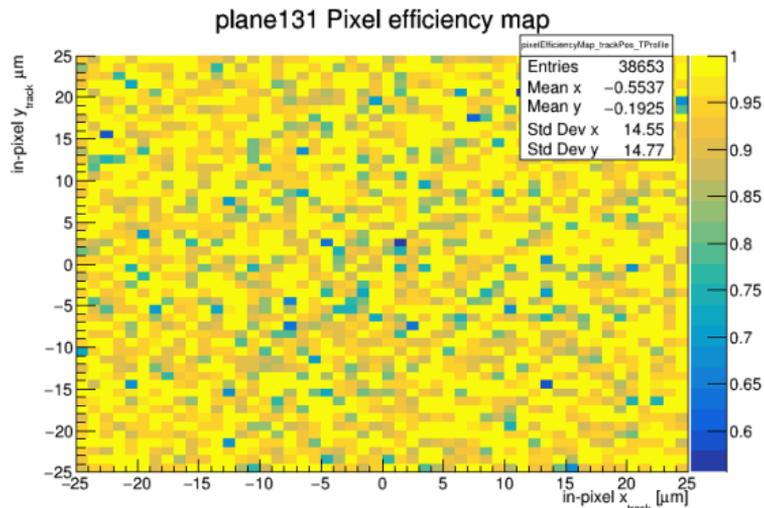
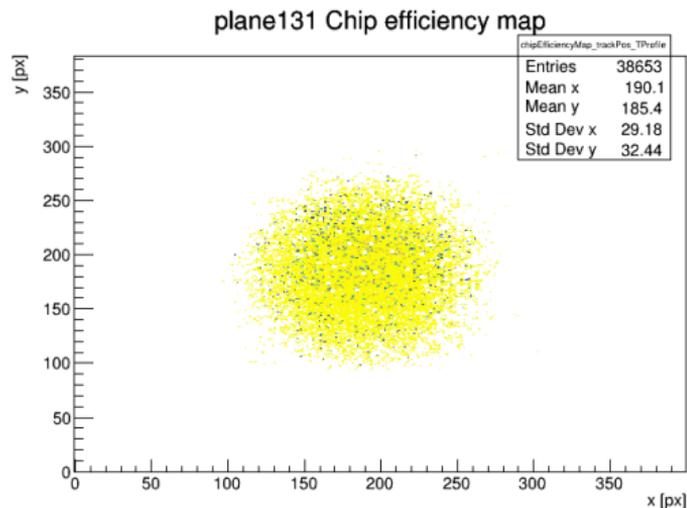




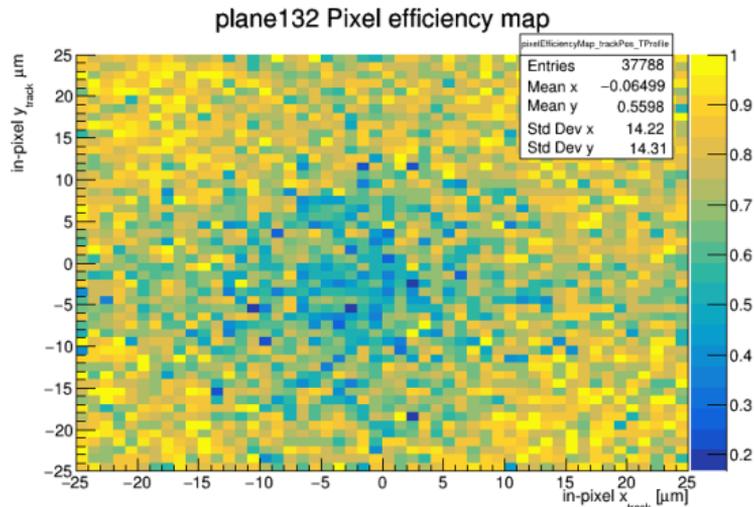
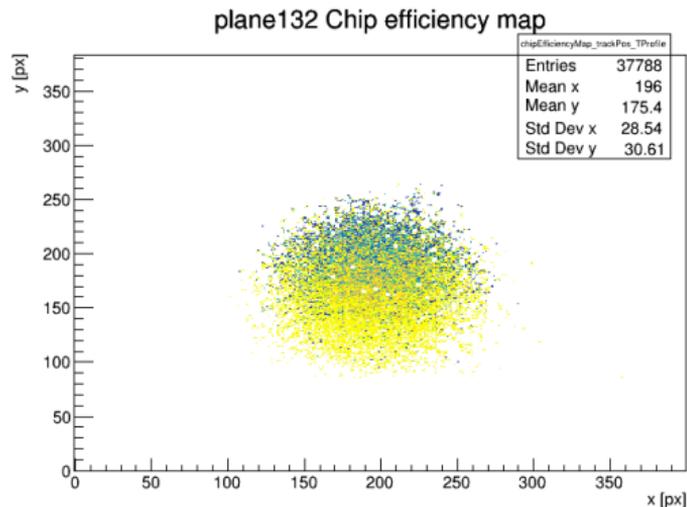
Efficacité de 85.0258 (+0.0946864 -0.0951802) % à 100 V.
121166/142505 trajectoires reconstruites.



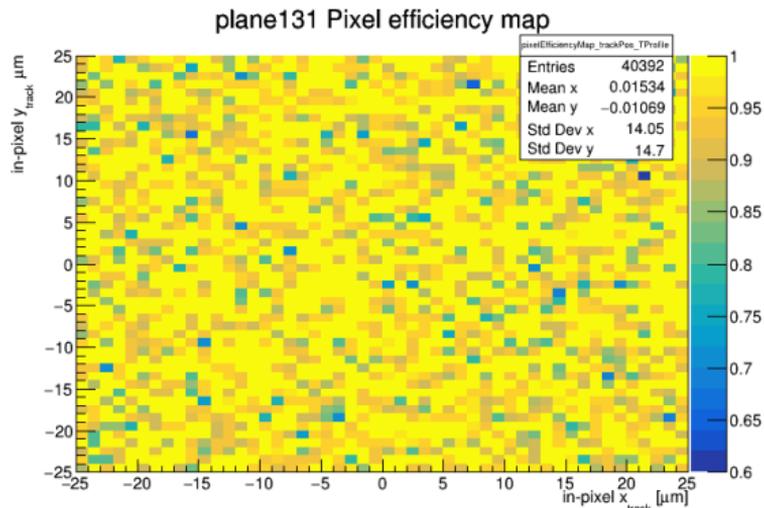
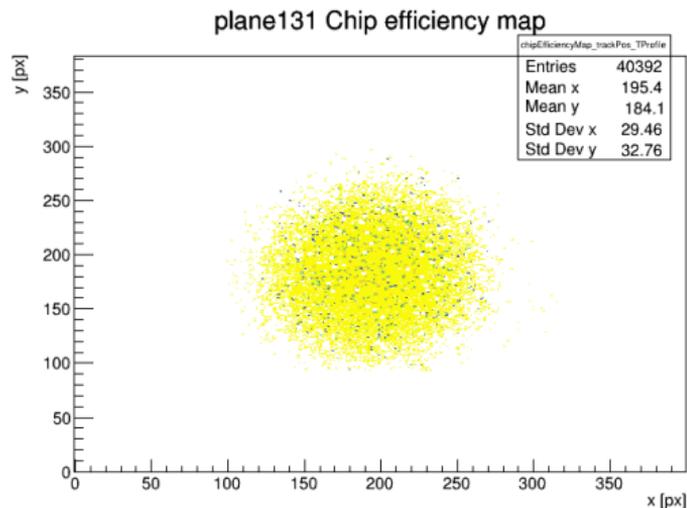
Efficacité de 92.7426 (+0.0671007 -0.0676743) % à 100 V.
139011/149889 trajectoires reconstruites.



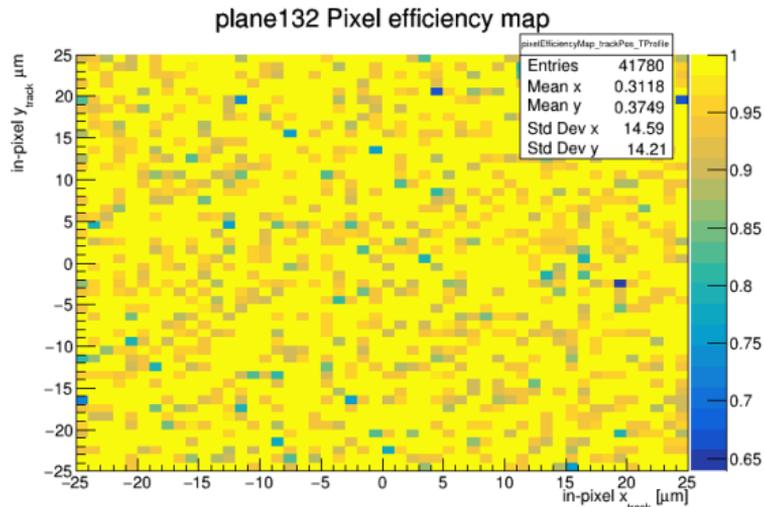
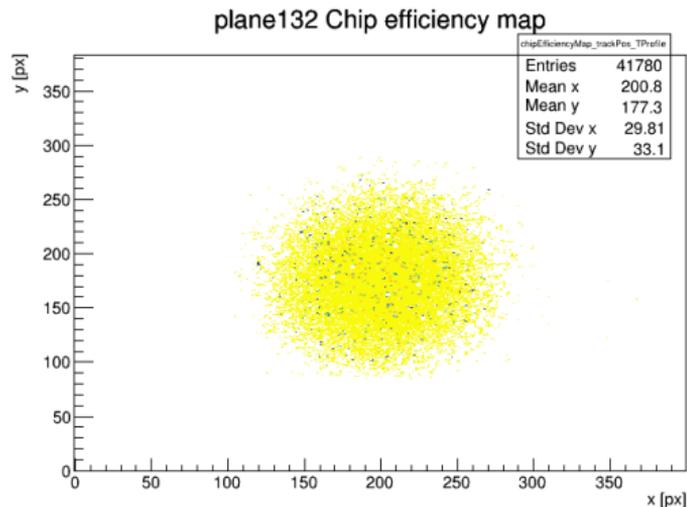
Efficacité de 94.3316 (+0.117827 -0.120148) % à 200 V.
36462/38653 trajectoires reconstruites.



Efficacité de 73.9256 (+0.226682 -0.227957) % à 100 V.
27935/37788 trajectoires reconstruites.



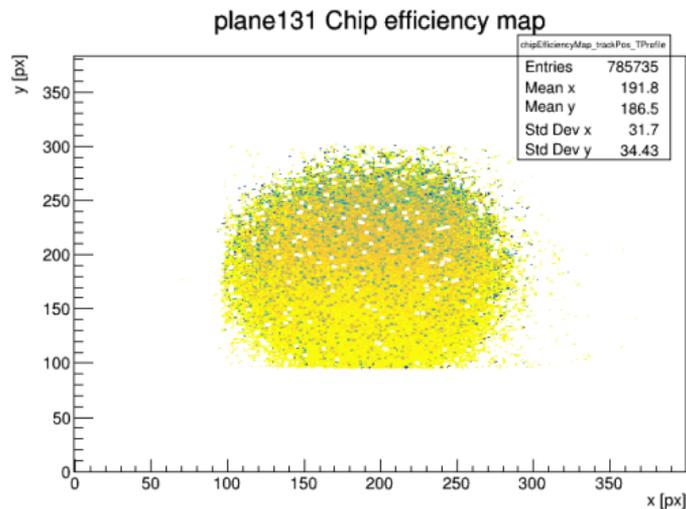
Efficacité de 95.5734 (+0.102506 -0.104792) % à 400 V.
38604/40392 trajectoires reconstruites.



Efficacité de 97.3552 (+0.078604 -0.0809074) % à 400 V.
40675/41780 trajectoires reconstruites.

Efficacité plus faible dans la partie haute : Irradiation ? tuning ?

Efficacité dans le pixel inférieure dans les coins : Dû à l'efficacité plus basse en haut de la puce ? Effet de partage des charges ?

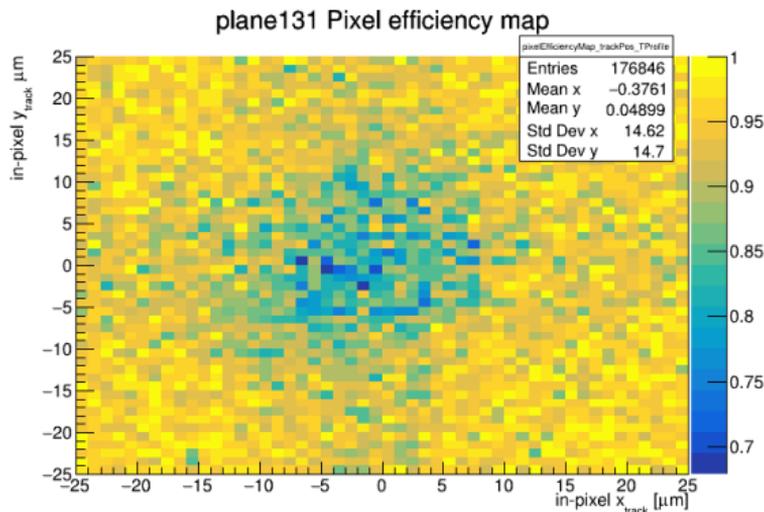
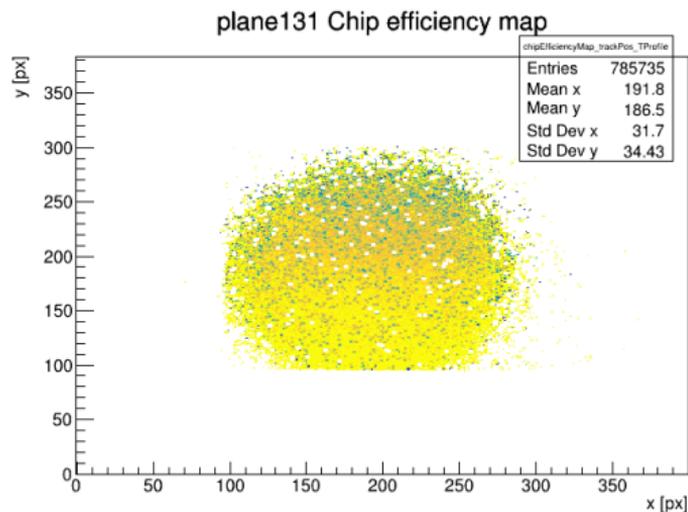


U	V	W	Z	5
				18.4 mg
				6.066 10e15 p
				5.16 %
				3.52 10e15 neq
P	Q	S	T	4
11.31	10	9.2		19.8 mg
5.24		10.07		10.76 10e15 p
6.56		5.24		4.97 %
		5.84		6.24 10e15 neq
J	L	M	N	3
11.2		11.1		22.7 mg
11.56		10.75		10.94 10e15 p
5.72		5.21		5.13 %
6.70		6.24		6.35 10e15 neq
E	F	G	H	2
				20.7 mg
				6.282 10e15 p
				5.14 %
				3.64 10e15 neq
A	B	C	D	1
				21.4 mg
				3.038 10e15 p
				5.11 %
				1.76 10e15 neq

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/14x18jh0Q7N5wdtWAMNyH61eUhn4DkBK51p1VDLktKKs/edit?usp=sharing>

La cartographie de l'irradiation montre qu'au dessus des 2/5 de la puce, la fluence est plus élevée

Cela correspondrait aux pixels au dessus de la ligne $\frac{2}{5} \cdot 400 = 160$, ce qui coïncide bien avec la zone de plus basse efficacité.



La zone haute plus irradiée influe-t-elle sur la baisse de l'efficacité dans le milieu du pixel ?

Pour le vérifier, elle est exclue de l'analyse en définissant une ROI : $roi = [0, 100], [0, 160], [400, 160], [400, 0]$

Efficacité légèrement plus haute comme attendu.

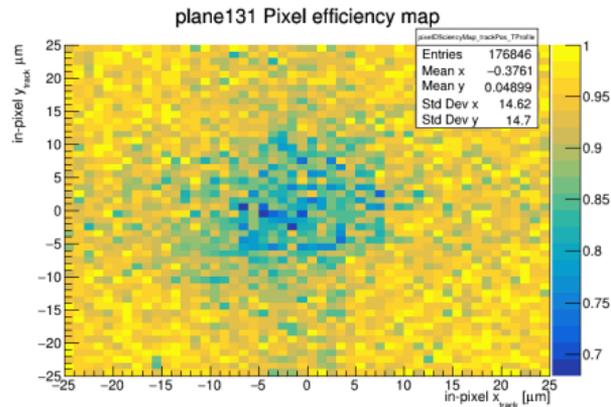
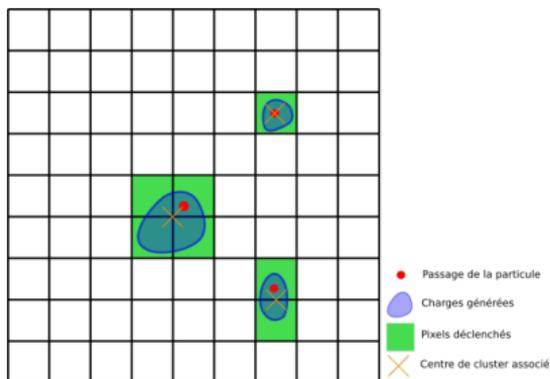
Effet de baisse d'efficacité au centre toujours là.

Résolution légèrement inférieure, moins de traces sont utilisées.

Piste pour expliquer la baisse d'efficacité au centre du pixel : partage de charges.

Particule traversant le pixel → paires électrons-trous, → diffusion → remonte le champs électrique de polarisation → collecte dans l'électronique.

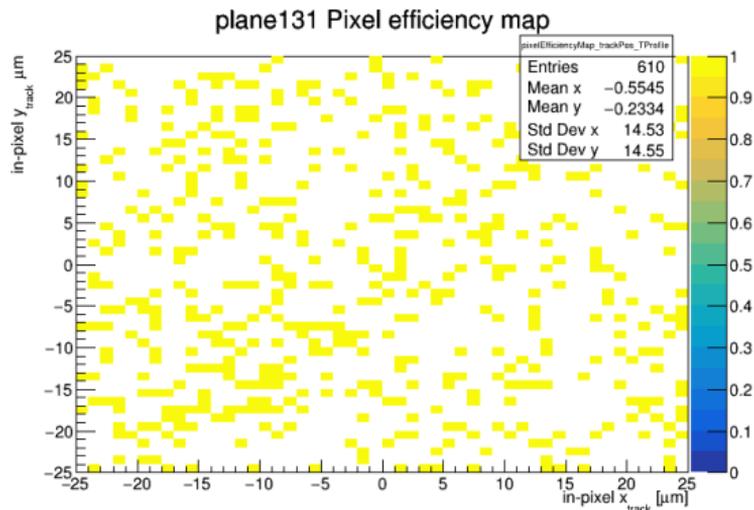
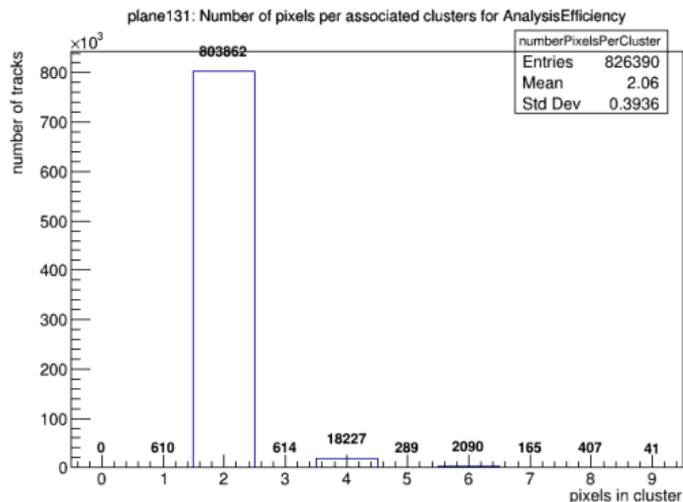
Particule dans coin, charges → pixels voisins, dilution, diminution signal, probabilité détection et d'association traj au bon pixel.



Solution : considérer seulement trajectoires associées à des clusters avec 1 pixel.

Il faudrait que la cartographie de l'efficacité dans le pixel soit décalée d' 1/2 diagonale.

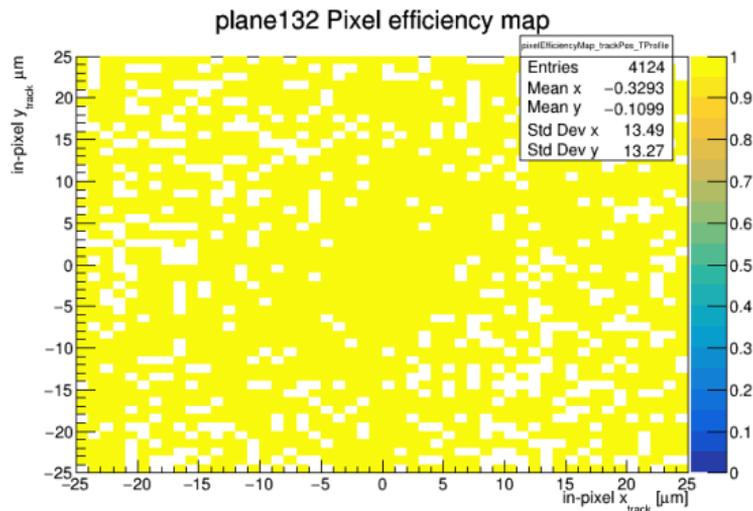
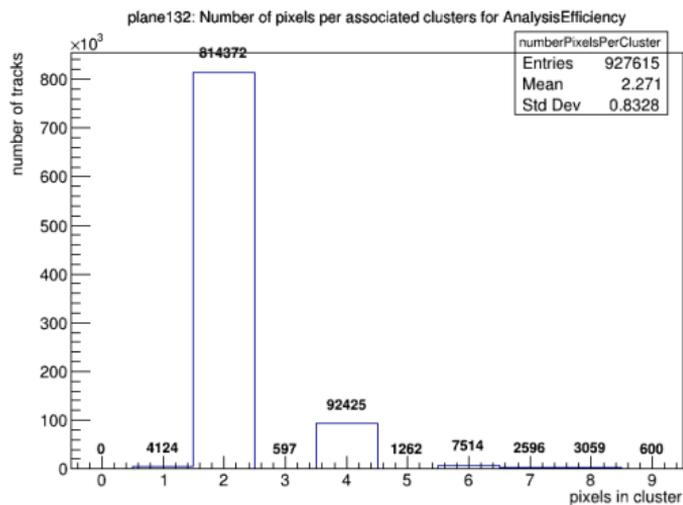
Efficacité de W09S2 dans le pixel avec uniquement les trajectoires associées à des cluster à 1 pixel



Très peu de trajectoires.

Besoin de plus de statistiques.

Efficacité de W09S2 dans le pixel avec uniquement les trajectoires associées à des cluster à 1 pixel



Plus de trajectoires, mais pas assez.

Besoin de plus de statistiques.

Plus dense au centre ?

Efficacité globale

Efficacité globale assez basse

Cartes très irradiées

Seul W09S3 atteint l'efficacité minimale demandée.

Efficacité dans les pixels

Etrange effet de baisse d'efficacité au centre

Pas dû à l'irradiation

Plus de statistiques nécessaires.

Que se passe-t-il si l'on prends seulement les trajectoires associées à des clusters avec 2 pixels ?

Même si partage de charge, pixel décalé ?

Regarder uniquement la hitmap non normalisée.