

Calibration des puces MICROROC sur ASU
pour les deux chambres d'un m²

Sommaire

1) Introduction

- Objectif
- Dispositif experimental
- Mesures des Scurves et du gain
- Effets systématiques dans la mesure du gain des shapers

2) Analyse des données

- Echantillons de données de calibration
- Correction du gain pour les effets systématiques
- Comparaison des résultats sur carte de test et sur ASU
& Validation de la procédure de correction du gain

3) Résultats

- Gain avant/apres Bulk et avant/apres cuisson
- Gain des 2 shapers, bruit et voies problematiques
- Effet du "boost" sur le gain

Objectif et mesure

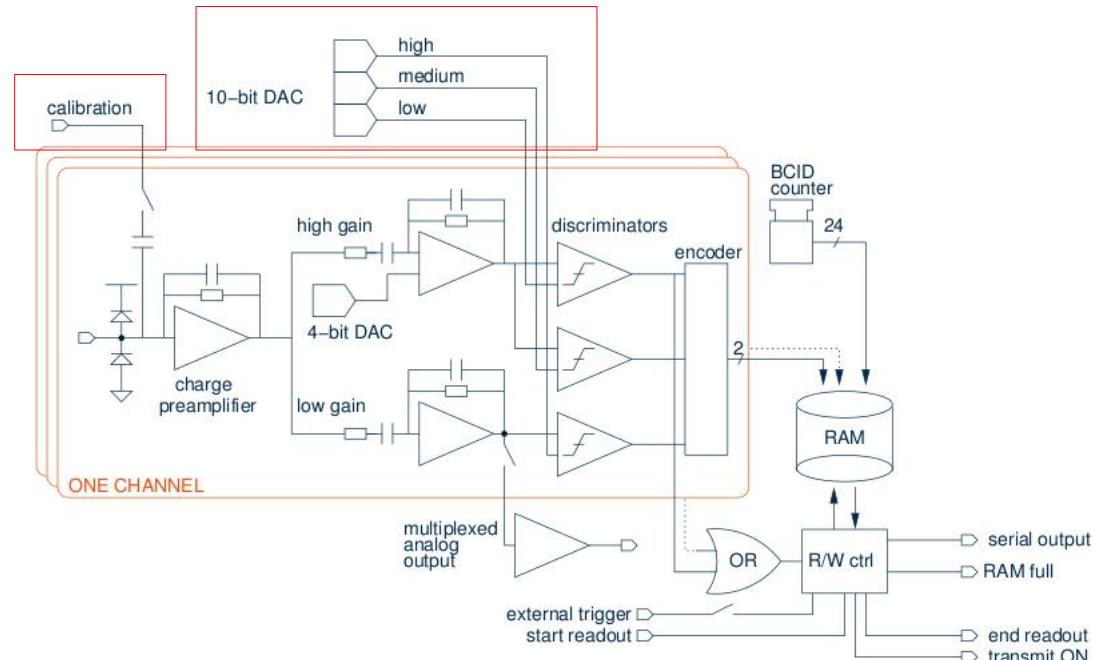
- Objectif: réglage en nombre d'électrons des seuils bas, milieu et haut de toutes les puces
 - En pratique:
envoi aux puces d'une valeur numérique codée sur 10-bits qui définit la tension du comparateur
 - Relation entre la valeur numérique et le nombre d'électrons correspondant doit être déterminée:
 $seuil_electron = (seuil_dac - seuil_0) / gain$
→ Nécessite la mesure des piedestaux et du gain

• Principe de la mesure

- Injection de charge sur l'entrée Ctest
d'une ou plusieurs voies en même temps
- Mesure du seuil auquel la charge est détectée
par comptage à différentes valeurs de seuil

• Programme de mesure

- Piedestaux des 3 seuils
toutes les voies de l'ASU en même temps
- Injection de charge
16 voies par 16 voies
 - _ 2.5, 12.5, 22.5 et 32.5 fC pour les seuils bas et milieu
 - _ 100 et 200 fC pour le seuil haut



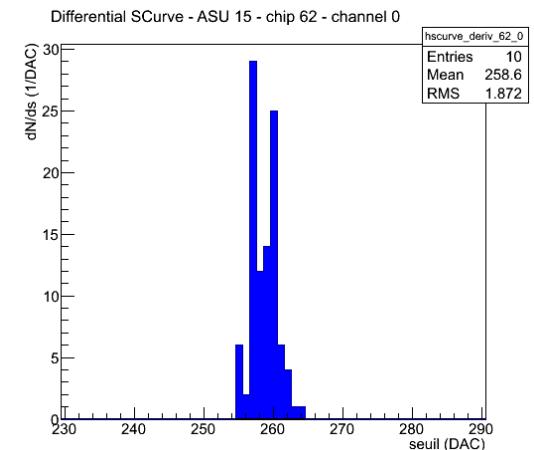
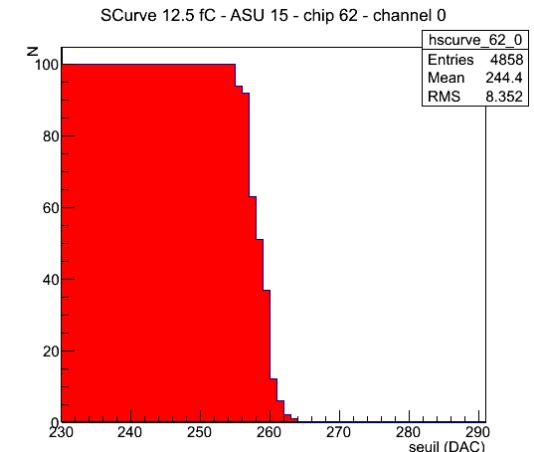
Dispositif experimental

- Dispositif
 - Générateur d'échelon de tension Agilent
 - Atténuateur
 - DIF → InterDIF → 4 lignes
 - PC (connexion port USB)
- Traitement des données
 - Sauvegarde sur /lapp_data/LC/Detecteurs/MicroMegas/data/MICROROC/MR1
 - Bookkeeping Wiki: http://lappwiki01.in2p3.fr/Linear_Collider_LAPP/index.php/Asu
 - Reconstruction des données (ASCII → ROOT):
./micromegasFrameWork/trunk/bin/reconstruction
 - Analyse des données (paramètres des Scurves):
./micromegasFrameWork/trunk/bin/root/Calib_asu_microroc

Mesure des Scurves

- Pour chaque valeur de seuil s
 - 100 injections de charge
 - Nombre de passages au dessus du seuil N
 - La courbe $N(s)$ est appelee *Scurve*
 - Sa derivee dN/ds est une fonction gaussienne caracterisee par
 - une valeur moyenne (point d'infexion de la Scurve)
 - une largeur

- Chaque Scurve est
 - Stockee dans un histogramme ROOT *hscurve*
 - Derivee par rapport au seuil → *hscurve_deriv*
 - Mesure du point d'infexion, methode *hscurve_deriv->GetMean()*
 - Mesure du point d'infexion, methode *hscurve_deriv->GetRMS()*
 - Precision de 0.2 DAC pour la moyenne et la largeur



Mean 258.6 ± 0.2 DAC
RMS 1.9 ± 0.2 DAC

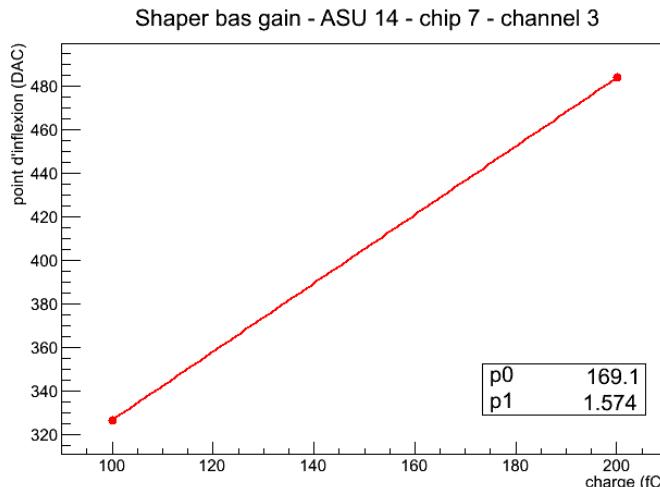
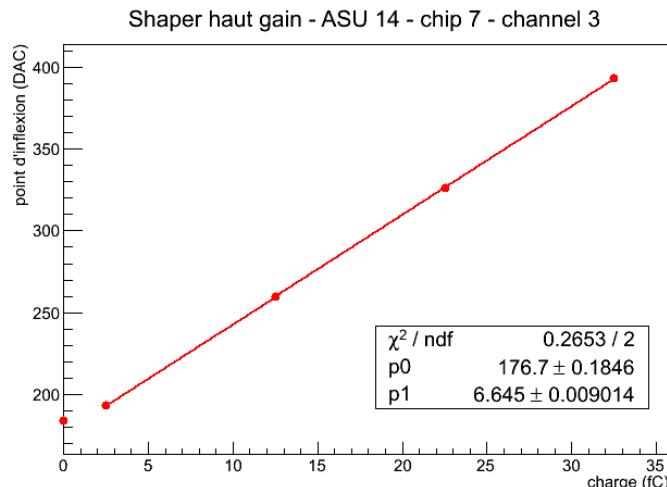
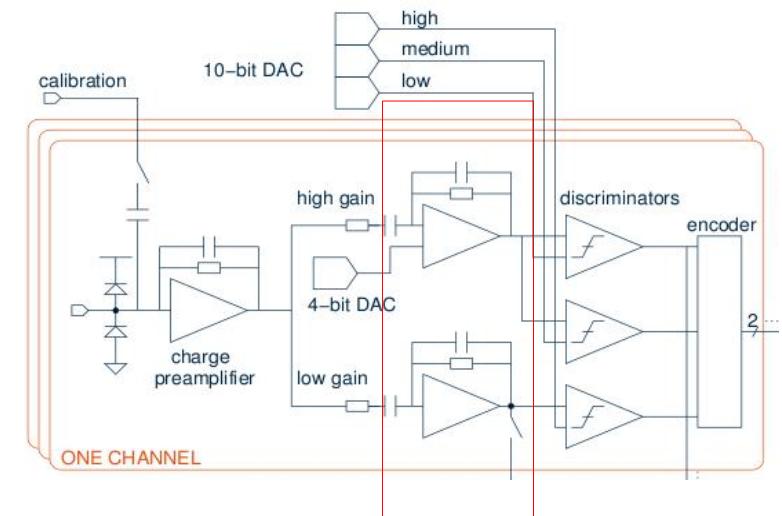
Mesure du gain des 2 shapers

- Pour le shaper à haut gain

- Piedestal + 4 charges
- Ajustement de a et b ($y=ax+b$) entre 2.5 et 32.5 fC
- Piedestal n'intervient pas dans l'ajustement

- Pour le shaper à bas gain

- 2 charges
- Calcul direct $a = \Delta y / \Delta x$



Effets systematiques

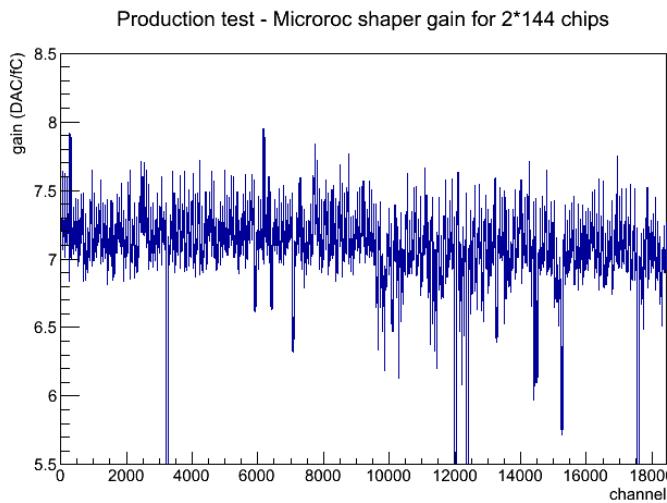
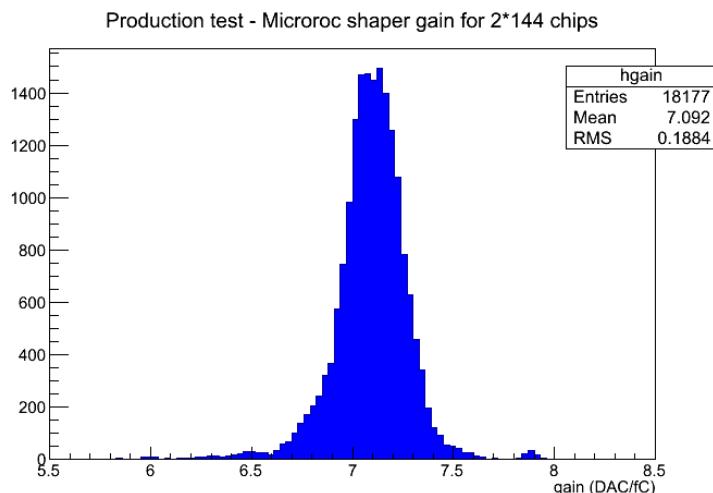
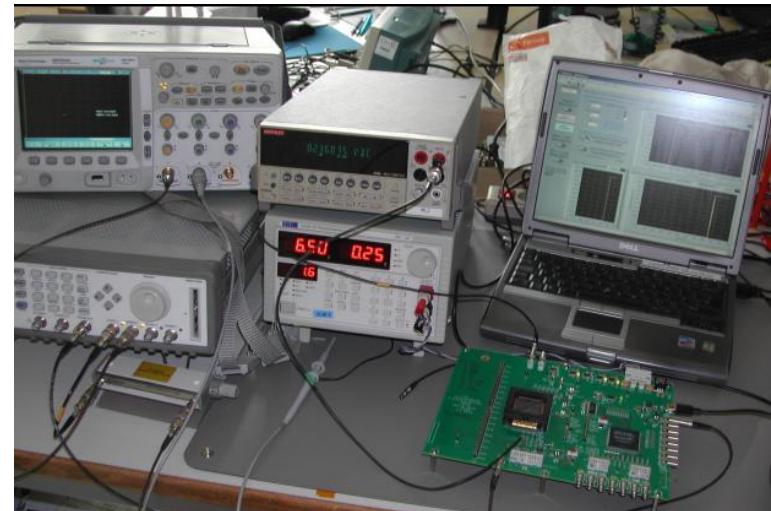
- La charge est acheminee du generateur a l'entree Ctest
 - Pistes inter-DIF et ASU en cuivre ($\rho = 16 \cdot 10^{-9} \Omega \cdot \text{m}$) de $18 \mu\text{m}$ d'epaisseur et $100 \mu\text{m}$ de largeur
→ $8.89 \Omega/\text{m}$
 - Attenuation du signal
→ sous-estimation du gain
 - Fonction de la position de la puce sur l'ASU
 - Facteur de correction pour une puce
de la ligne i et colonne j d'un ASU

$$f = \frac{R_{L_i} + R_{C_6} + R_t}{R_{C_6} - R_{C_j} + R_t}$$

- La difference de longueur des pistes
entre les entrees du chip et les pads
 - Motif periodique du gain mesure
 - Pas de modele pour l'instant

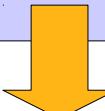
Jeux de donnees de calibration (I)

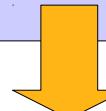
- Temps de shaping de 200 ns
Bit d'alignement des piedestaux à 7
 $\text{GainBoost} = 1$
- Mesures après production
 - Sur carte de test, toutes les puces (341)
 - **Shaper à haut gain: pedestal + 1 charge (50 fC)**
 - 91.5 % de puces utiles (312)

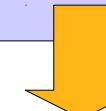


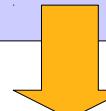
Echantillons de donnees de calibration (II)

| ASU | Avant Bulk | Avant Cuisson | Apres Cuisson | Dans M2 |
|-------|--|---|--|--|
| 13-18 | *30 ns 1/1 off=7 GainBoost = 0 DAC0: ped + 4Q | *30 ns 1/1 off=7 GainBoost = 0 DAC0: ped + 4Q *200 ns 16/16 off=7 GainBoost = 0 DAC0: ped + 4Q | *200 ns 16/16 off=7 GainBoost = 0 DAC0: ped + 4Q DAC2: ped + 2 Q (half of ASU miss 1 column) | *200 ns off=1,3,7,11,15 GainBoost=0 DAC0: ped *200 ns off="16" GainBoost=0 DAC0,DAC1,DAC2: ped *200 ns off="16" GainBoost=1 DAC0: ped + 2Q DAC2:ped + 1Q DAC0,DAC1,DAC2: ped |
| 19 | *30 ns 1/1 off=7 GainBoost = 0 DAC0: ped + 4Q | | | |
| 20-25 | *200 ns 16/16 off=7 GainBoost = 1 DAC0: ped + 4Q | *200 ns 16/16 off=7 GainBoost = 1 DAC0: ped + 4Q | *200 ns 16/16 off=7 GainBoost = 1 DAC0: ped + 4Q DAC2: ped + 2 Q | |


Cablage OK
 Gain du shaper DAC0
 Valeurs de reference


Bulk OK


Cuisson OK
 Gain des 2 shapers

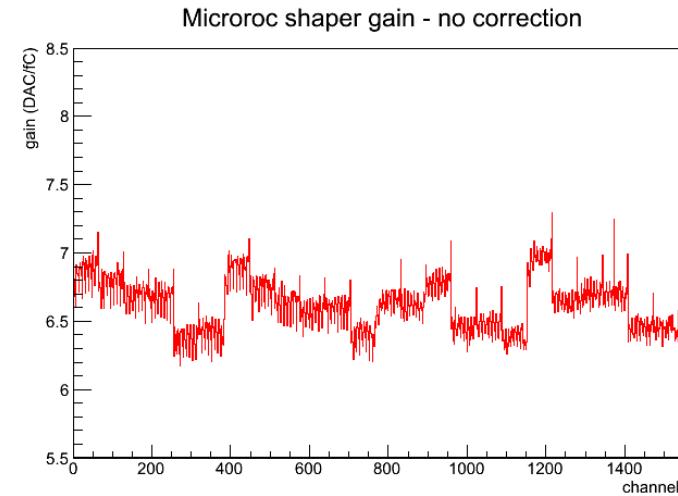

Carte d'offset
 Reglage des 3 seuils

Effets systematiques

- La charge est acheminee du generateur a l'entree Ctest

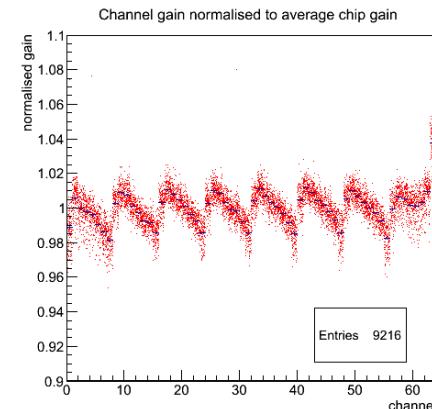
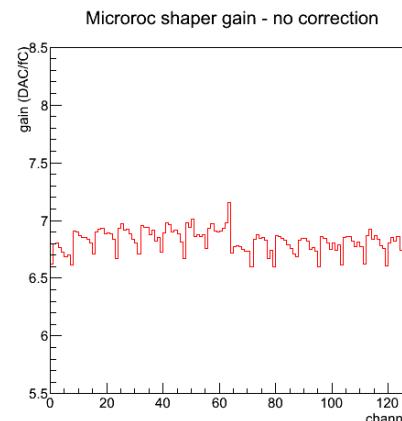
- Pistes inter-DIF et ASU en cuivre ($\rho = 16 \cdot 10^{-9} \Omega \cdot \text{m}$) de $18 \mu\text{m}$ d'epaisseur et $100 \mu\text{m}$ de largeur
→ $8.89 \Omega/\text{m}$
- Attenuation du signal
→ sous-estimation du gain
- Fonction de la position de la puce sur l'ASU
- Facteur de correction pour une puce
de la ligne i et colonne j d'un ASU

$$f_{ij} = \frac{R_{L_i} + R_{C_6} + R_t}{R_{C_6} - R_{C_j} + R_t}$$



- La difference de longueur des pistes entre les entrees du chip et les pads
 - Motif periodique du gain mesure
 - Pas de modele pour l'instant

$$f_k = \frac{\overline{\text{gain}}}{\text{gain}_k}$$

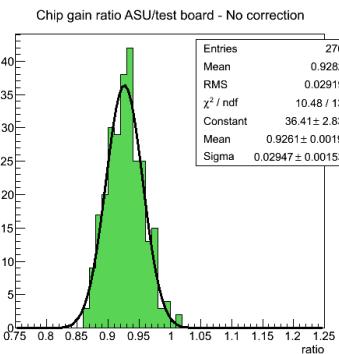
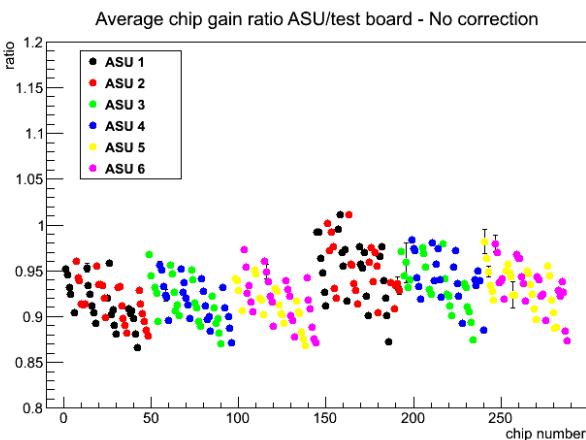


Comparaison résultats sur carte de test et ASU

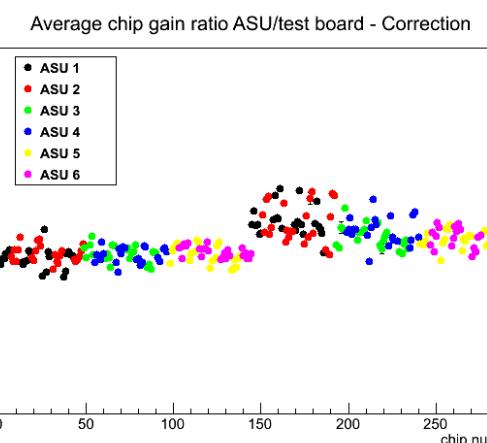
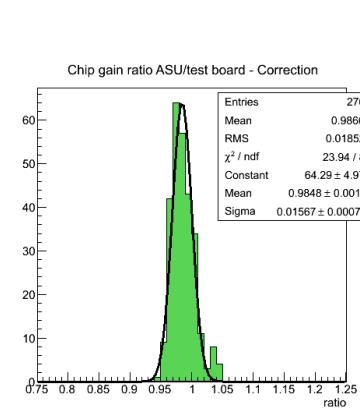
Echantillons

- Puces uniques: $144 \times 2 - 7$ (motif du gain oscillant) - 4 (pas de données) - 1 (bas gain) $\rightarrow 276$ puces
- ASU 13-18 (1er m²): calibration avant cuisson $\rightarrow 144$ puces
- ASU 20-25 (2^{eme} m²): calibration avant Bulk $\rightarrow 144$ puces

Sans correction



Avec correction



Structure périodique du gain moyen lissee

Valeur moyenne plus proche de 1

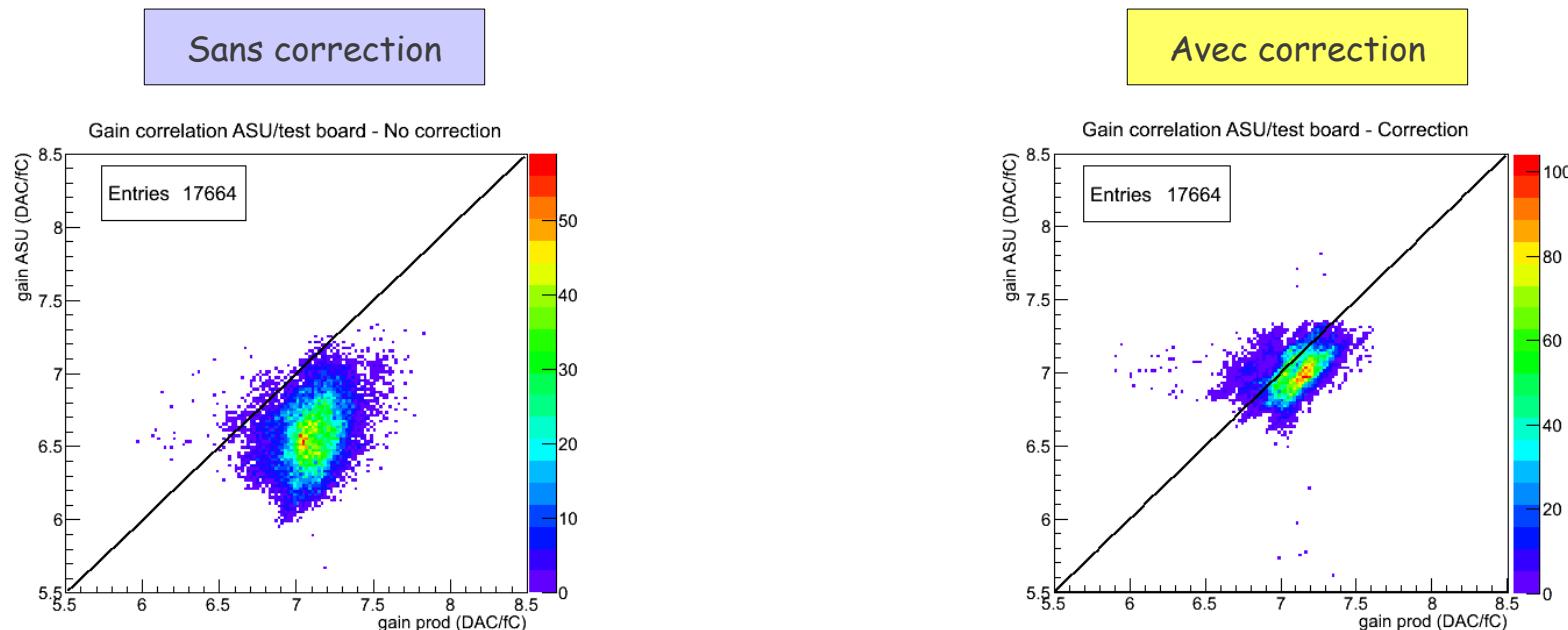
→ La technique de correction donne des résultats satisfaisant

→ La mesure du gain des puces est possible même lorsque celles-ci sont montées sur ASU

Comparaison résultats sur carte de test et ASU

- Echantillons

- Puces uniques: $144 \times 2 - 7$ (motif du gain oscillant) - 4 (pas de données) - 1 (bas gain) $\rightarrow 132$ puces
- ASU 13-18 (1er m2): calibration avant cuisson $\rightarrow 144$ puces
- ASU 20-25 (2eme m2): calibration avant Bulk $\rightarrow 144$ puces



Structure périodique du gain moyen lissée

Valeur moyenne plus proche de 1

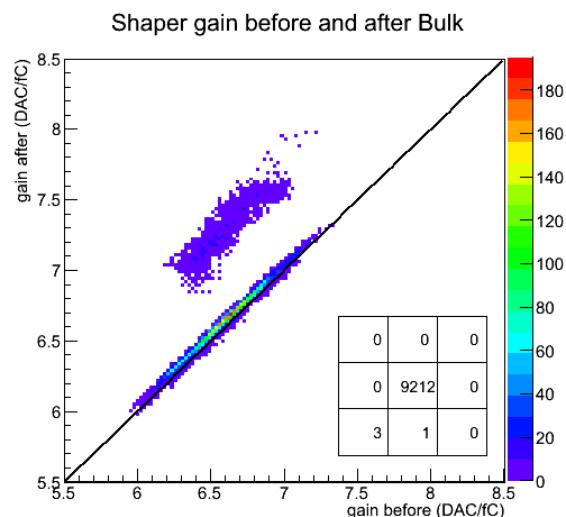
→ La technique de correction donne des résultats satisfaisants

→ La mesure du gain des puces est possible même lorsque celles-ci sont montées sur ASU

Gains avant/apres Bulk et cuisson

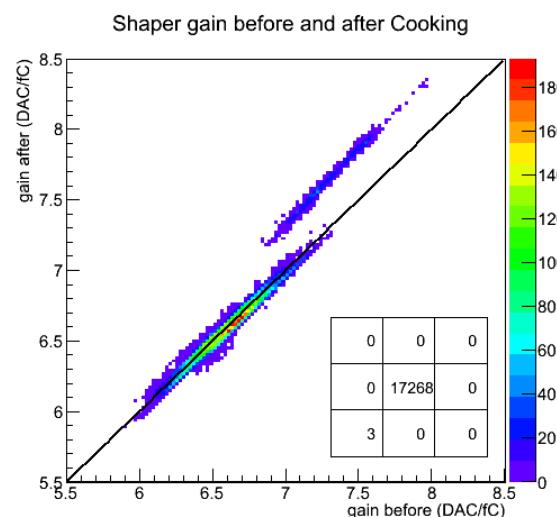
- Apres/Avant Bulk

- Second m2 prototype only
- ASU 25 shows higher gain
- Offscale:
 - 2 noisy channels off linear trend
 - + 2 channels with low gain



- Apres/Avant cuisson

- Two m2 prototypes
- ASU 25 shows higher gain
- Offscale
 - 2 same noisy channels off linear trend
 - + 1 channel at low gain

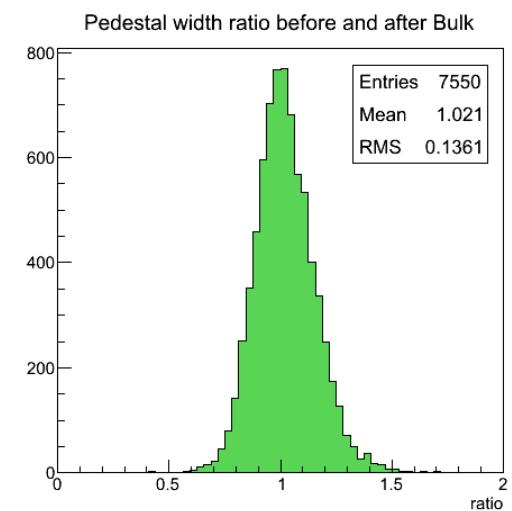
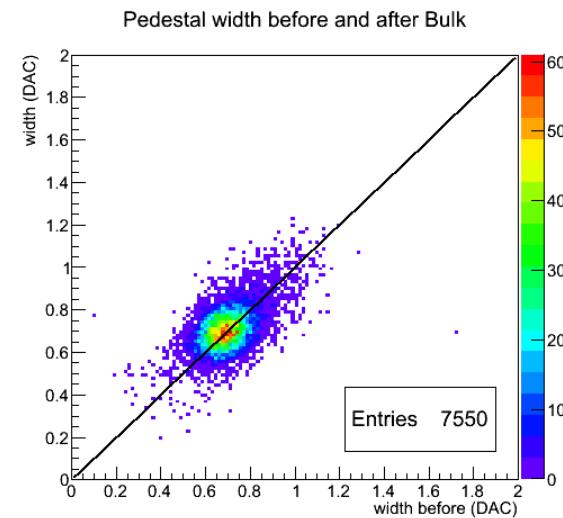
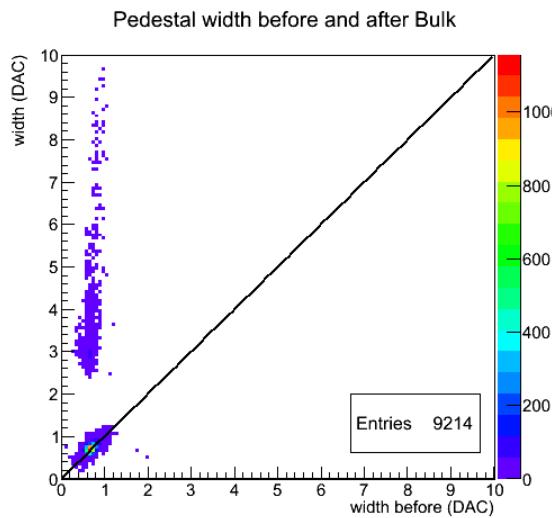


Pose et cuisson du Bulk n'ont pas endommagé de canaux

Largeur des piedestaux avant/apres Bulk

- Echantillon: 2eme prototype m2
- Observations
 - Elargissement de la Scurve de l'ASU 25
 - Pas de changement significatif pour les 5 autres ASU

Ratio = 1.02 ± 0.11



Conclusion?

Bruit

- Mesure comme la largeur de la Scurve...

- Sans injection de charge (pedestal)
 - _ Question de la linearite du preampli
 - sous-estimation

- Avec injection de charge

- Effets supplementaires y contribuent
(ex.: generateur)
→ sur-estimation

- ... multipliee par le gain

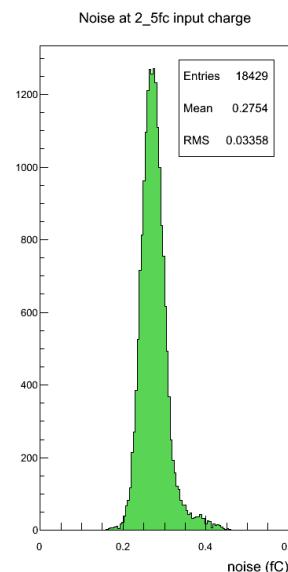
- Echantillons de donnees

- Avant Cuisson pour le 1er m²
- Avant Bulk pour le 2eme m²

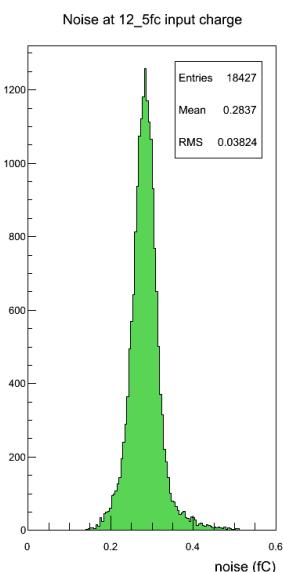
- Avec injection de charge

- Depend peu de la charge
- Valeur moyenne de 0.3 fC
- 99.98 % des voies entre 0.1-0.5 fC

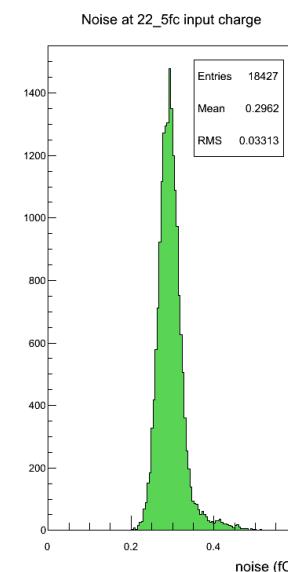
$Q = 2.5 \text{ fC}$



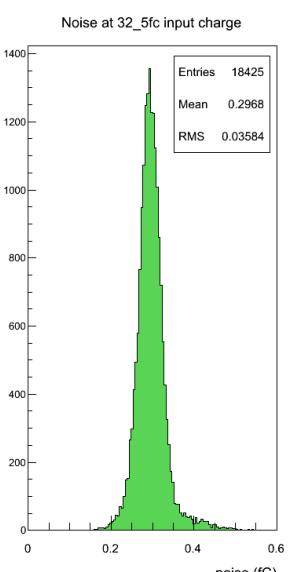
$Q = 12.5 \text{ fC}$



$Q = 22.5 \text{ fC}$



$Q = 32.5 \text{ fC}$



0.28 fC

0.29 fC

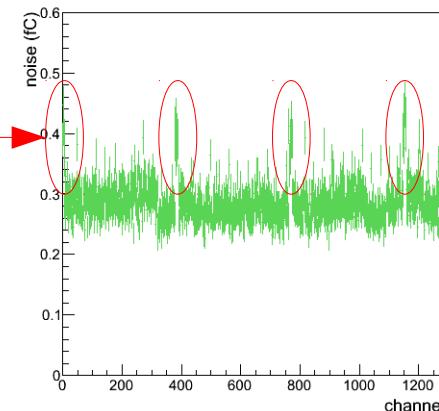
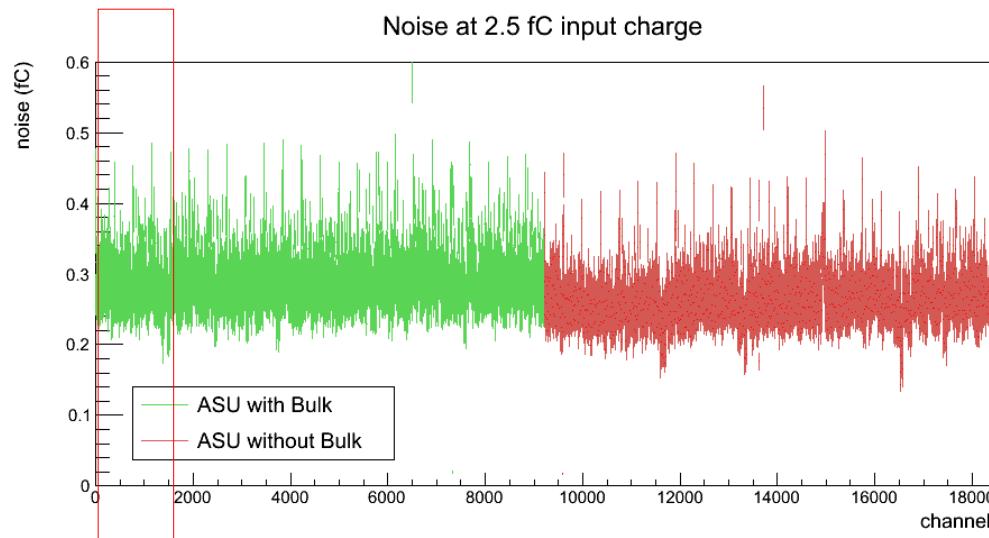
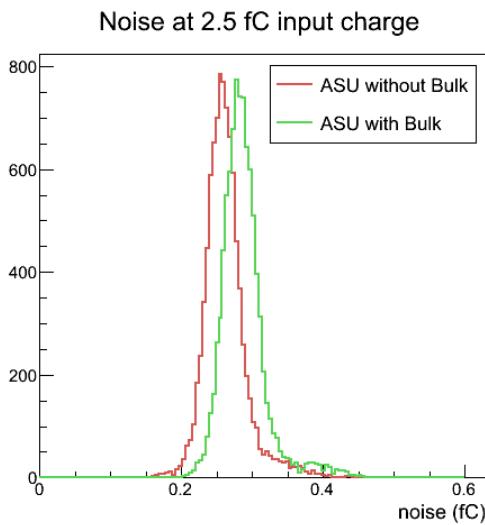
0.30 fC

0.30 fC

Bruit

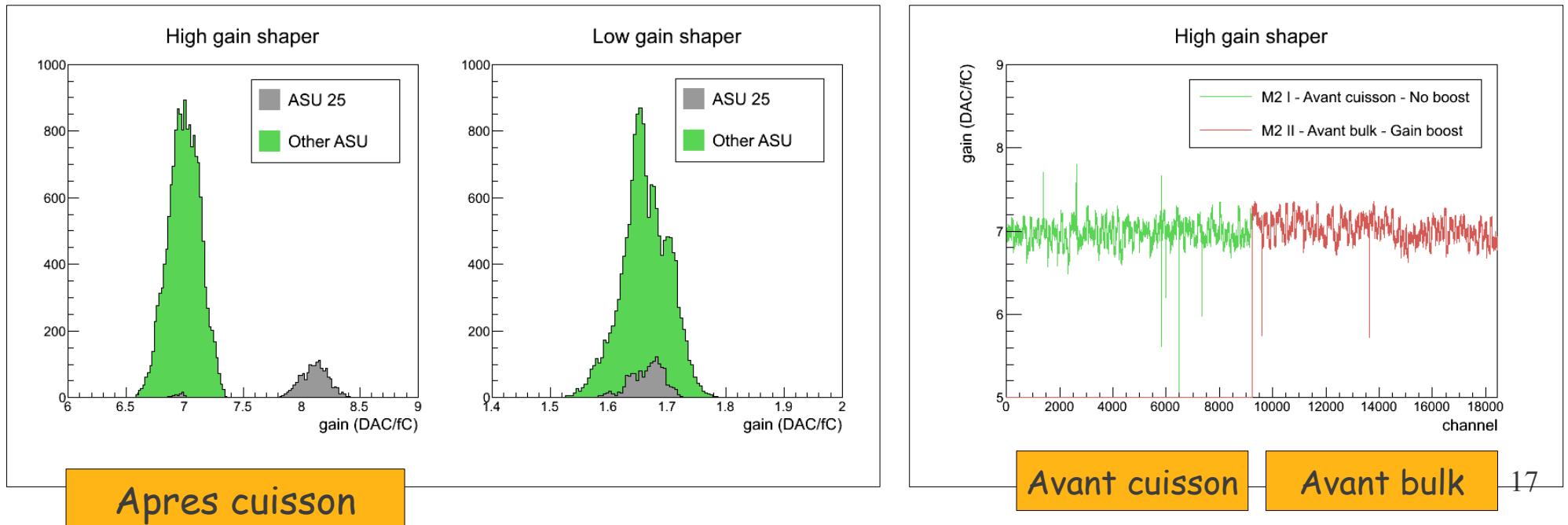
- Observations

- Le bruit augmente légèrement avec la pose du Bulk ou avec le "boost" du gain: de 0.27 à 0.29 fC
- Queue de la distribution:
6 premières et 6 dernières voies de chaque lignes ont un bruit plus élevé



Gain des 2 shapers

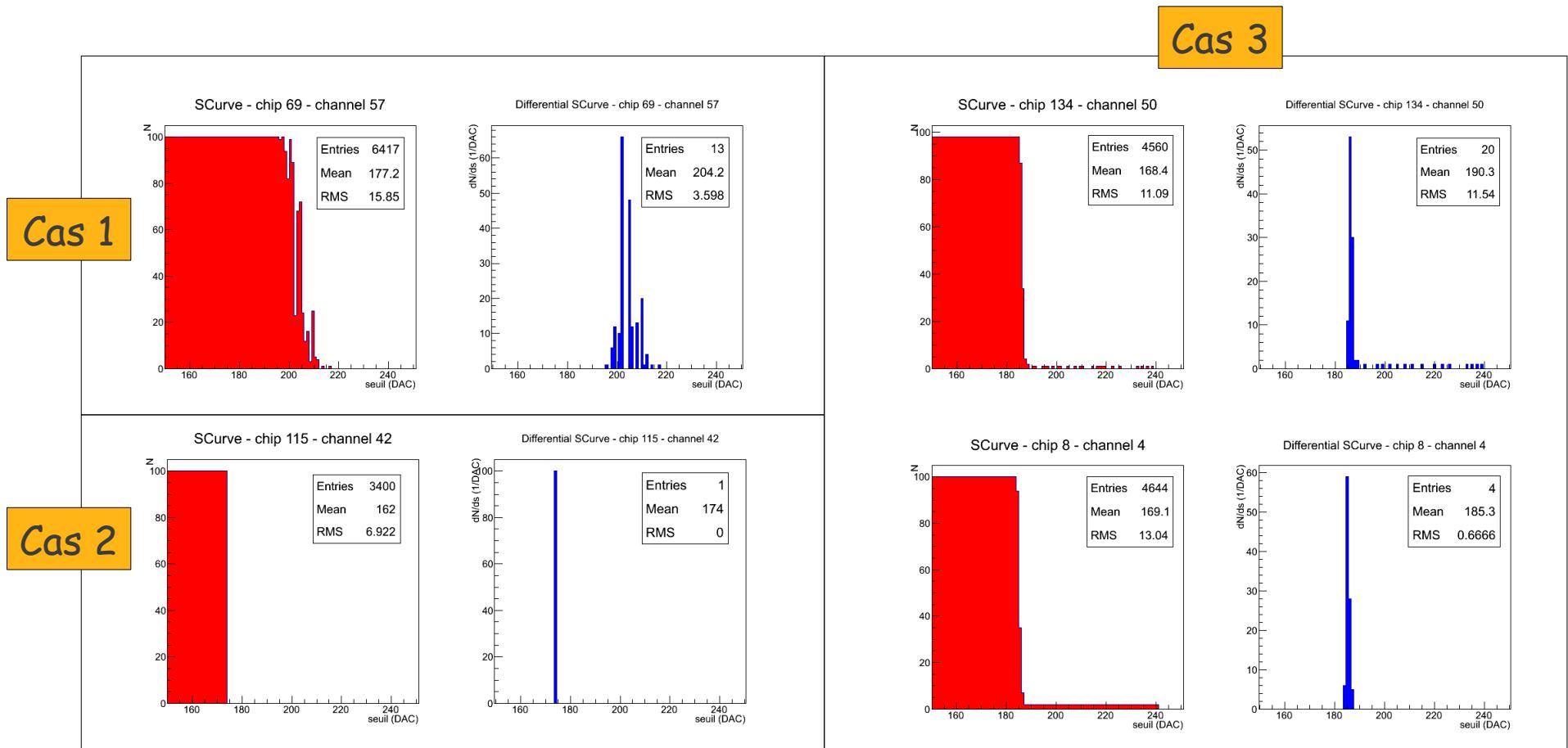
- En excluant l'ASU 25:
 - Shaper à haut gain: 7.00 ± 0.14 RMS DAC/fC (2.0 % RMS)
 - Shaper à bas gain: 1.66 ± 0.04 RMS DAC/fC (2.5 % RMS)
- Pas d'effet du "boost" sur le gain
 - Calibration des ASU du 1er m2 SANS gain boost → 6.98 DAC/fC
 - Calibration des ASU du 1er m2 AVEC gain boost → 7.02 DAC/fC



Voies problematiques

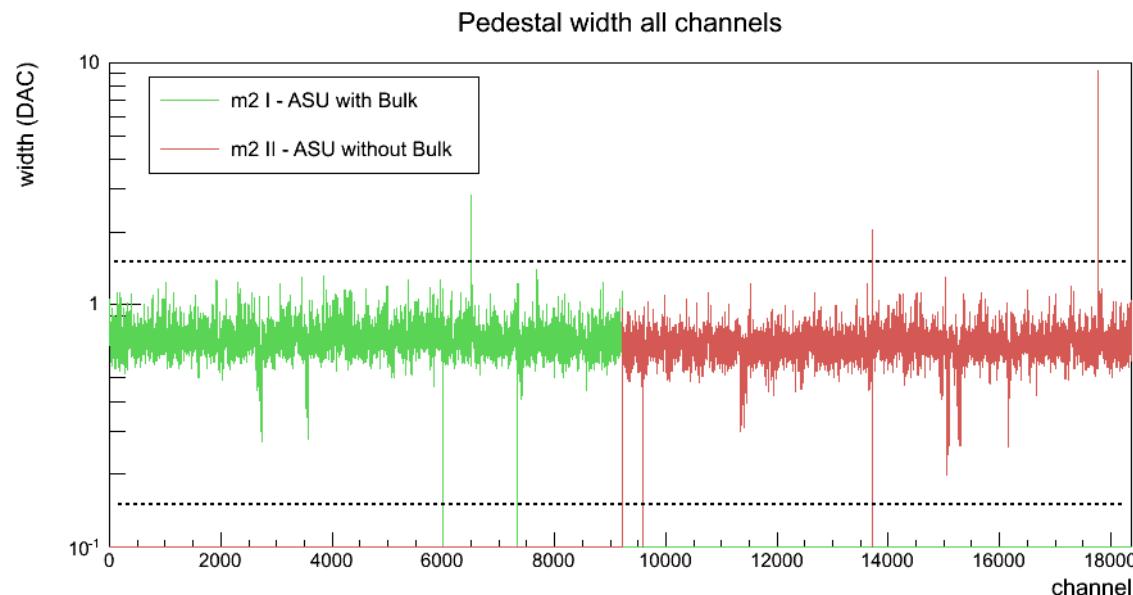
- Definitions

1. Piedestal dont la largeur dépasse une certaine valeur
2. Piedestal en marche d'escalier
3. Piedestal dont la Scurve n'atteint jamais 0 sur la plage de seuil



Voies problematiques

1. Piedestal dont la largeur dépasse une certaine valeur → 1
(recuperable ou non avec l'offset)
2. Piedestal en marche d'escalier → 5
(ne répond pas ou mal aux charges test)
3. Piedestal dont la Scurve n'atteint jamais 0 sur la plage de seuil → 3
(crosstalk)



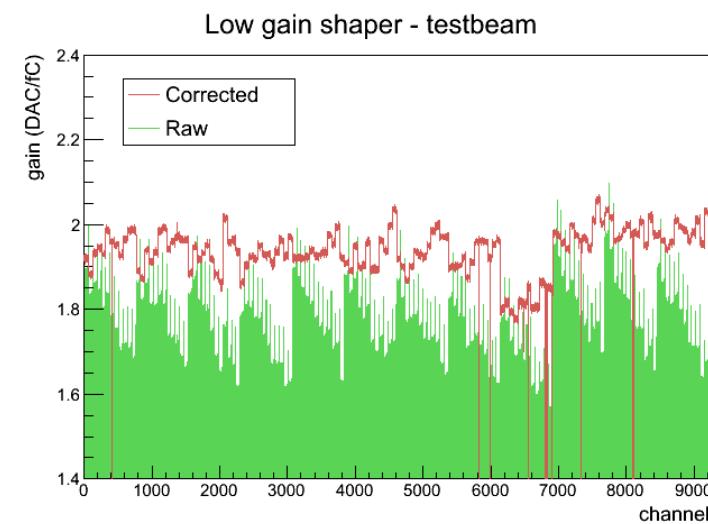
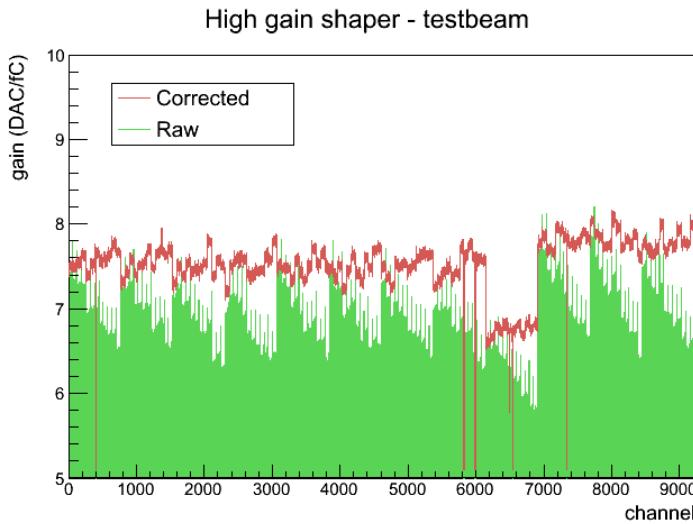
| Proto m2 | Cas 1 | Cas 2 | Cas 3 |
|----------|----------------------|--------------------|------------------|
| I | (102,27) (115,42) | (94,36) (71,24) | (8,4) (71,26) |
| II | | (6,56) (6,57) | (134,50) |

Dans le 1er m2, les 4 voies problematiques doivent en effet être masquées

Calibration en test sur faisceau - Aout 2011

- Effet du gain boost sur le gain
 - Calibrations du 1er m² au LAPP effectuees sans "gain boost"
 - Necessite de refaire les calibrations pendant le TB
 - Shaper a haut gain: pedestal et 25 fC
 - Shaper a bas gain: pedestal et 100 fC
 - Correction de la perte de tension jusqu'a 20 %
- En excluant la 1ere ligne du 3eme slab
 - Shaper a haut gain: 7.60 ± 0.19 RMS DAC/fC
 - Shaper a bas gain: 1.95 ± 0.05 RMS DAC/fC

| | Gain0 DAC/fC | Gain2 DAC/fC |
|----------|-----------------|-----------------|
| No boost | 7.00 | 1.66 |
| Boost | 7.60 | 1.95 |



Gain des shapers semble dependre du boost (\neq slide 17)
A confirmer par de nouvelles mesures

Conclusions

- Technique de correction du gains des shapers mesures sur ASU
- Sur 12 ASU montes dans 2 m²
 - Bruit de 0.3 fC
 - Gain de 7.0 et 1.66 DAC/fC pour les 2 shapers
 - 9 voies problematiques
- Effet du boost sur le gain
 - Au LAPP: pas d'effet
 - En TB: le boost augmente le gain
 - Mesure supplémentaire nécessaire