

Calibration des puces MICROROC sur ASU  
pour les deux chambres d'un m<sup>2</sup>

# 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'electrons des seuils bas, milieu et haut de toutes les puces

- En pratique:

envoi aux puces d'une valeur numerique codee sur 10-bits qui definit la tension du comparateur

- Relation entre la valeur numerique et le nombre d'electrons correspondant doit etre determinee:

$$\text{seuil\_electron} = (\text{seuil\_dac} - \text{seuil\_0}) / \text{gain}$$

→ Necessite la mesure des pedestaux et du gain

- Principe de la mesure

- Injection de charge sur l'entree Ctest

d'une ou plusieurs voies en meme temps

- Mesure du seuil auquel la charge est detectee par comptage a differentes valeurs de seuil

- Programme de mesure

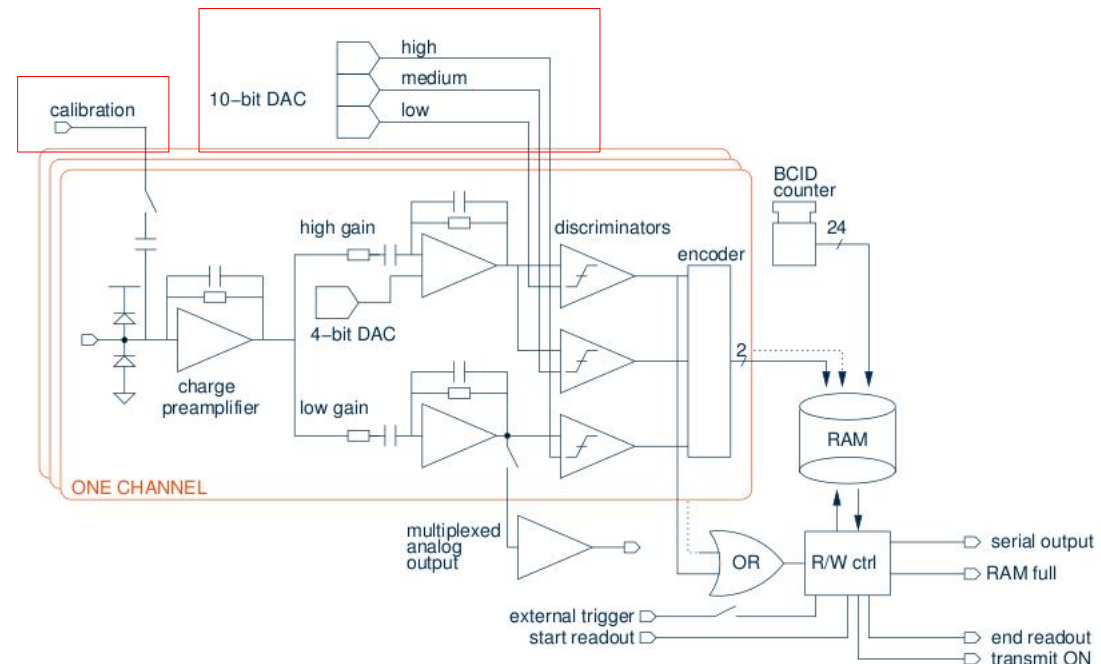
- Piedestaux des 3 seuils

toutes les voies de l'ASU en meme 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

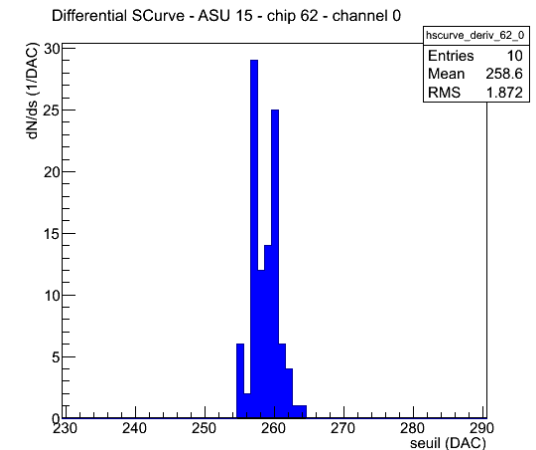
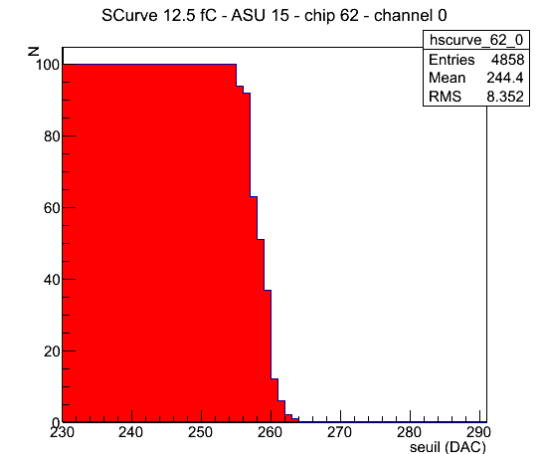
- Generateur d'echelon de tension Agilent
- Attenuateur
- DIF → InterDIF → 4 lignes
- PC (connexion port USB)

- Traitement des donnees

- Sauvegarde sur /lapp\_data/LC/Detecteurs/MicroMegas/data/MICROROC/MR1
- Bookkeeping Wiki: [http://lappwiki01.in2p3.fr/Linear\\_Collider\\_LAPP/index.php/Asu](http://lappwiki01.in2p3.fr/Linear_Collider_LAPP/index.php/Asu)
- Reconstruction des donnees (ASCII → ROOT):  
./micromegasFrameWork/trunk/bin/reconstruction
- Analyse des donnees (parametres des Scurves):  
./micromegasFrameWork/trunk/bin/root/Calib\_asu\_microroc

# Mesure des Scurves

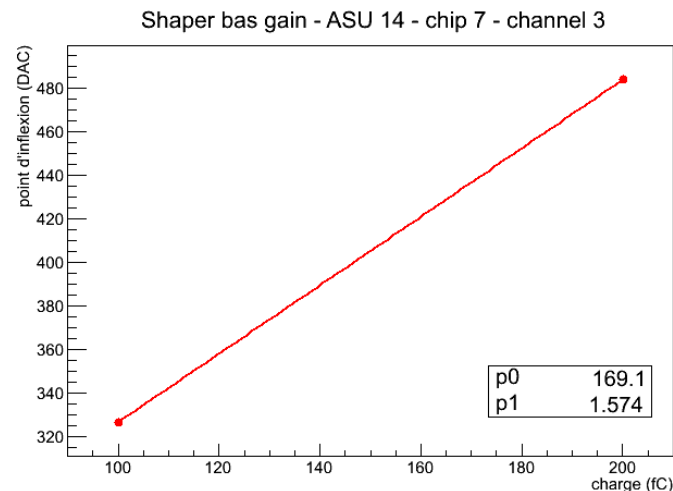
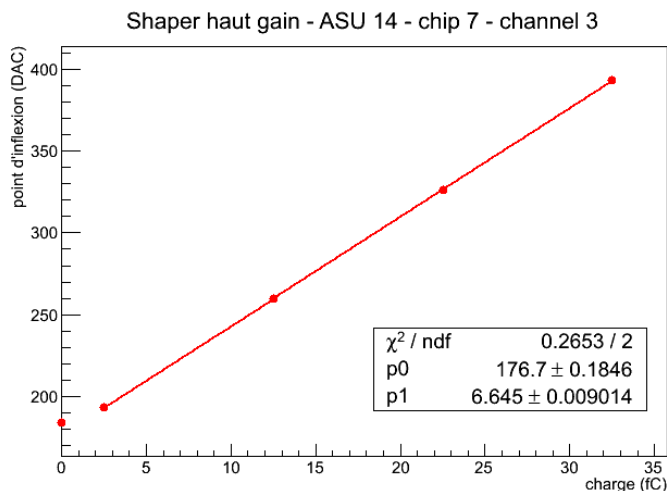
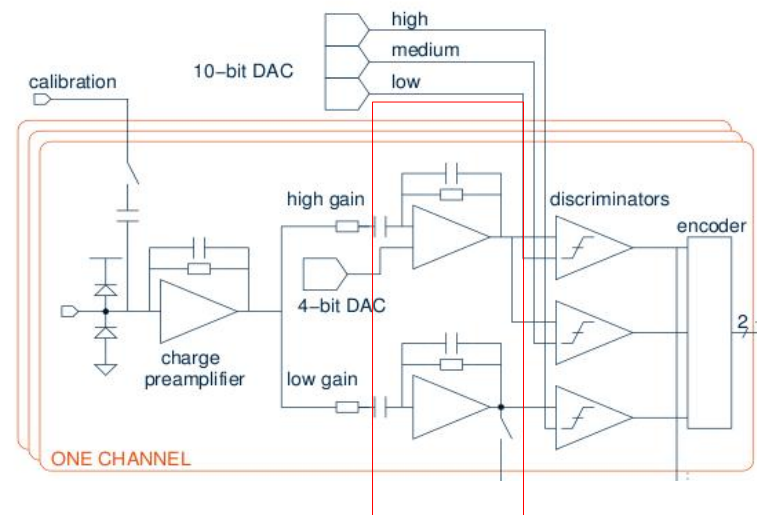
- Pour chaque valeur de seuil  $s$ 
  - 100 injections de charge
  - Nombre de passages au dessus du seuil  $N$
  - La courbe  $N(s)$  est appelee *Scurve*
  - Sa derivee  $dN/ds$  est une fonction gaussienne caracterisee par
    - \_ une valeur moyenne (point d'inflexion de la Scurve)
    - \_ une largeur
- Chaque Scurve est
  - Stockee dans un histogramme ROOT *hscurve*
  - Derivee par rapport au seuil  $\rightarrow$  *hscurve\_deriv*
  - Mesure du point d'inflexion, methode *hscurve\_deriv* $\rightarrow$ *GetMean()*
  - Mesure du point d'inflexion, methode *hscurve\_deriv* $\rightarrow$ *GetRMS()*
  - Precision de 0.2 DAC pour la moyenne et la largeur



Mean  $258.6 \pm 0.2$  DAC  
 RMS  $1.9 \pm 0.2$  DAC

# Mesure du gain des 2 shapers

- Pour le shaper a 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 a bas gain
  - 2 charges
  - Calcul direct  $a=\Delta y/\Delta x$



# Effets systematiques

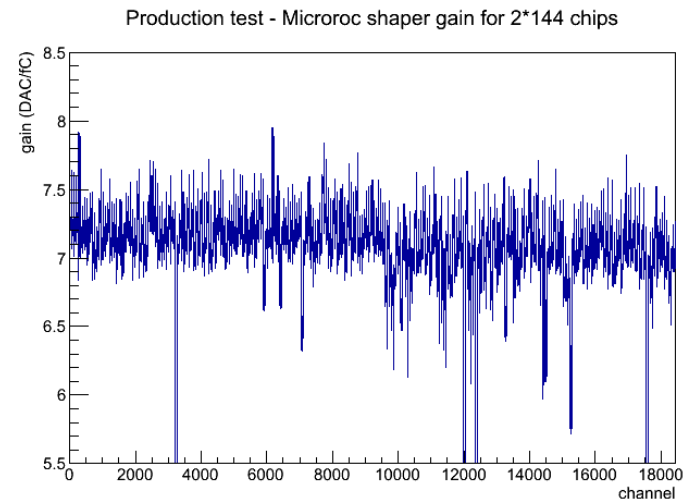
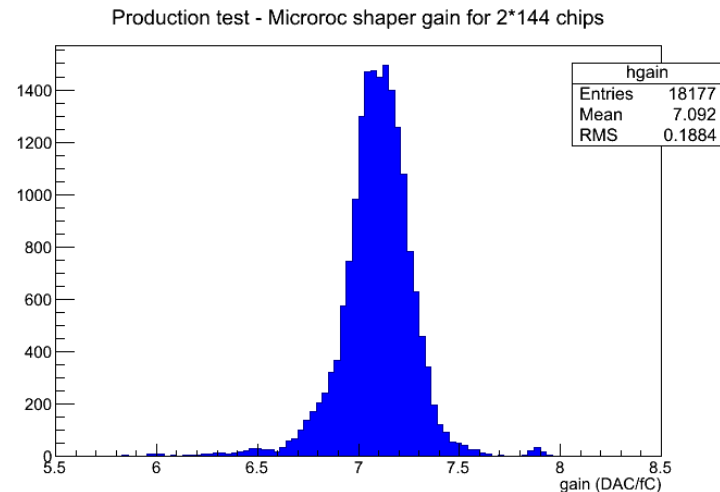
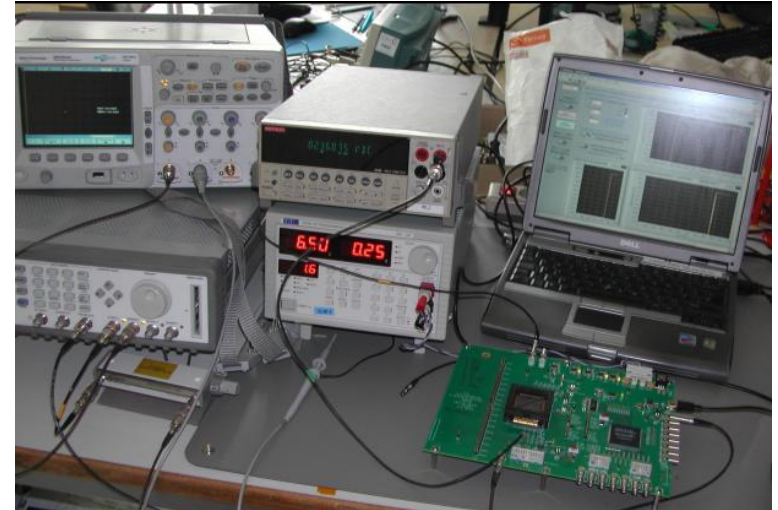
- La charge est acheminee du generateur a l'entree Ctest
  - Pistes inter-DIF et ASU en cuivre ( $\rho = 16.10^{-9} \Omega.m$ ) de 18  $\mu m$  d'epaisseur et 100  $\mu m$  de largeur  
→ 8.89  $\Omega/m$
  - Attenuation du signal  
→ sous-estimation du gain
  - Fonction de la position de la puce sur 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)

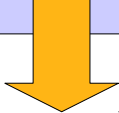
- Temps de shaping de 200 ns  
Bit d'alignement des pedestaux a 7  
GainBoost = 1
- Mesures apres production
  - Sur carte de test, toutes les puces (341)
  - Shaper a haut gain: pedestal + 1 charge (50 fC)
  - 91.5 % de puces utiles (312)



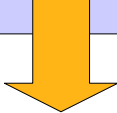


# Echantillons de donnees de calibration (II)

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

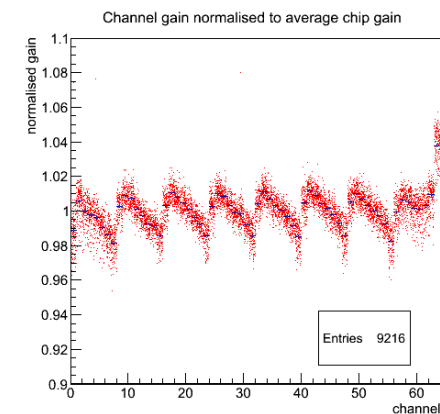
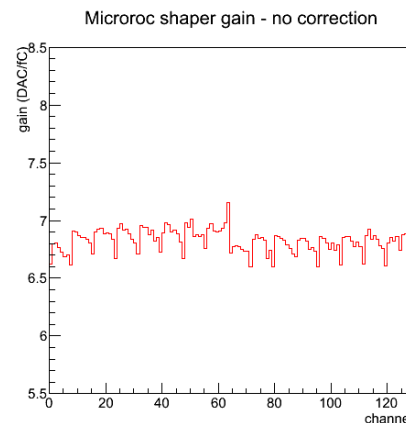
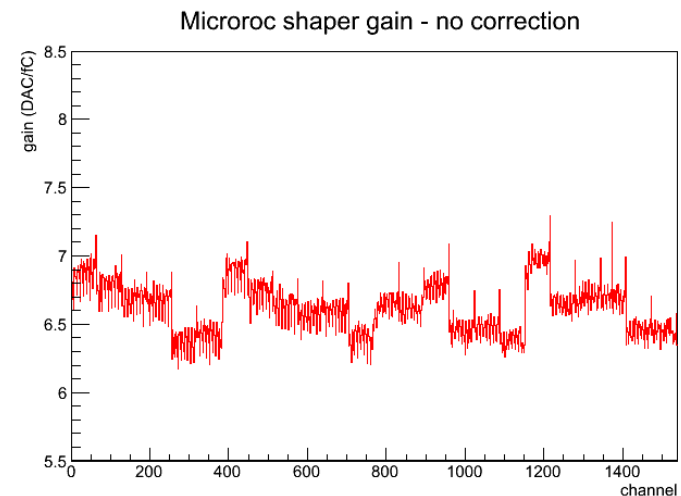
# Effets systematiques

- La charge est acheminee du generateur a l'entree Ctest
  - Pistes inter-DIF et ASU en cuivre ( $\rho = 16.10^{-9} \Omega.m$ ) de 18  $\mu m$  d'epaisseur et 100  $\mu m$  de largeur  
→ 8.89  $\Omega/m$
  - 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

$$f_k = \frac{\overline{gain}}{gain_k}$$



# Comparaison resultats sur carte de test et ASU

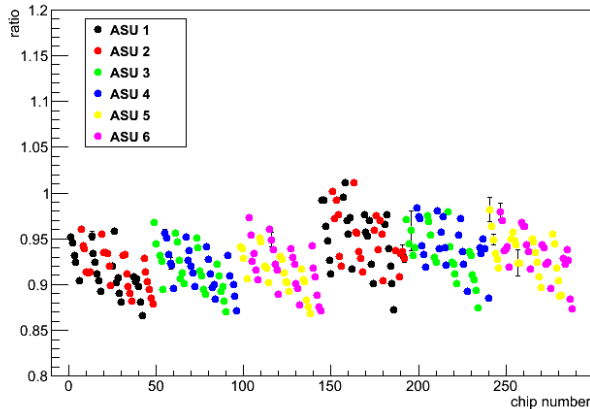
## • Echantillons

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

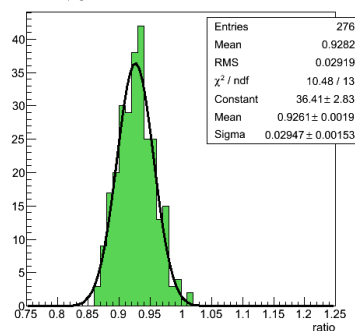
Sans correction

Avec correction

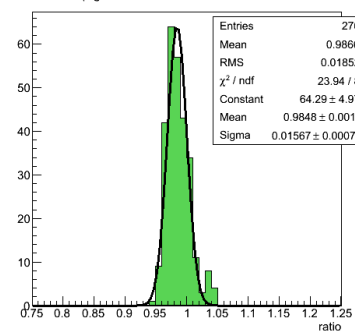
Average chip gain ratio ASU/test board - No correction



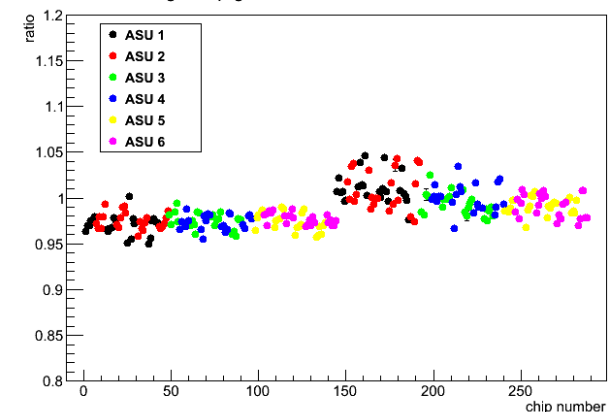
Chip gain ratio ASU/test board - No correction



Chip gain ratio ASU/test board - Correction



Average chip gain ratio ASU/test board - Correction



Structure periodique du gain moyen lissee

Valeur moyenne plus proche de 1

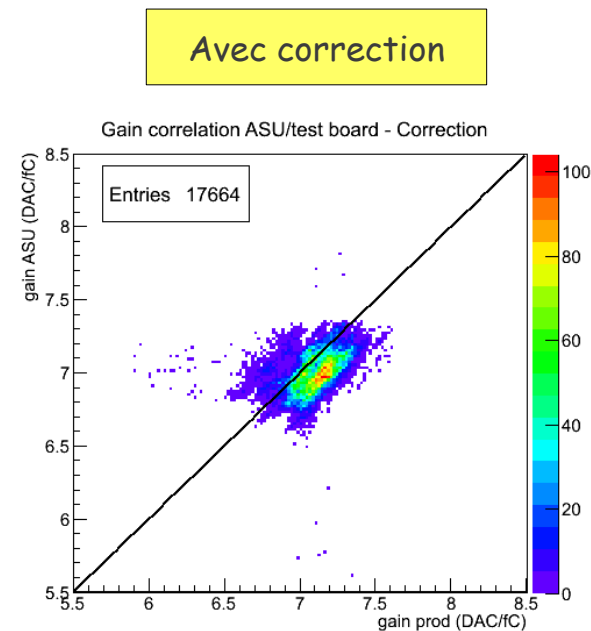
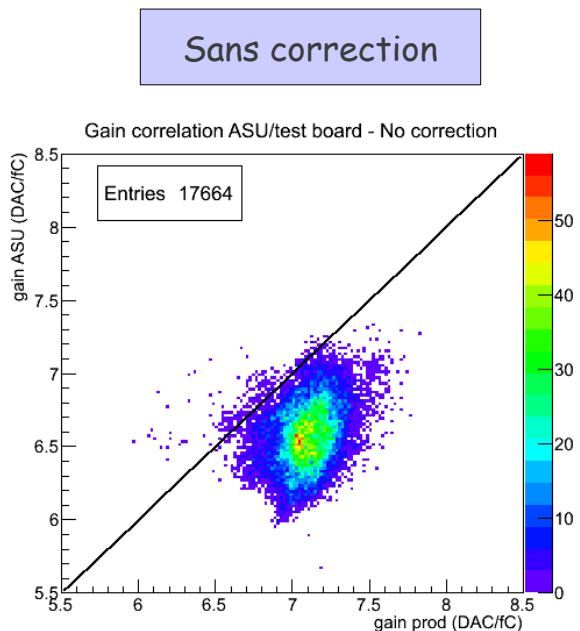
→ La technique de correction donne des resultats satisfaisant

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

# Comparaison resultats sur carte de test et ASU

- Echantillons

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



Structure periodique du gain moyen lissee

Valeur moyenne plus proche de 1

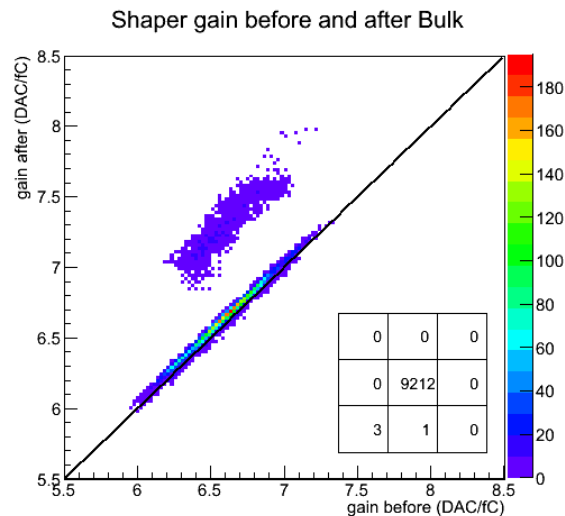
→ La technique de correction donne des resultats satisfaisant

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

# Gains avant/apres Bulk et cuisson

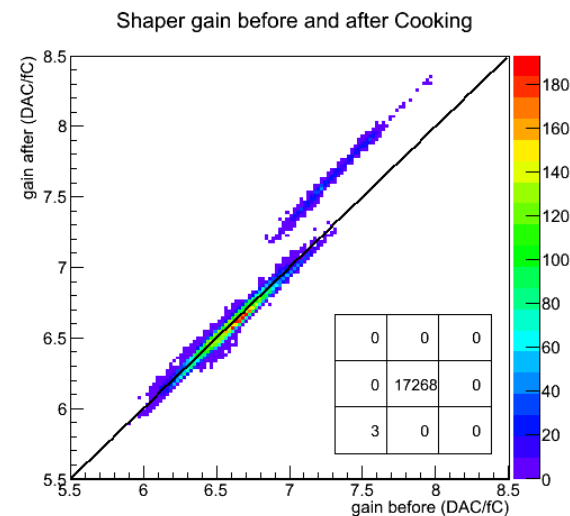
- Apres/Avant Bulk

- 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

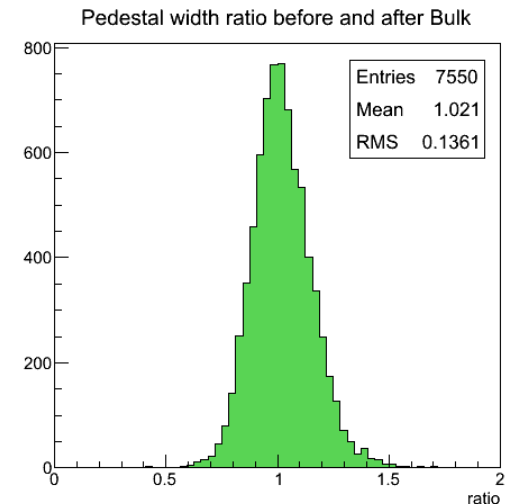
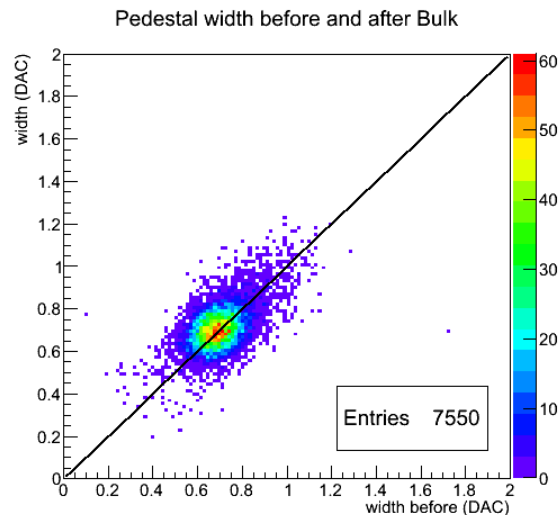
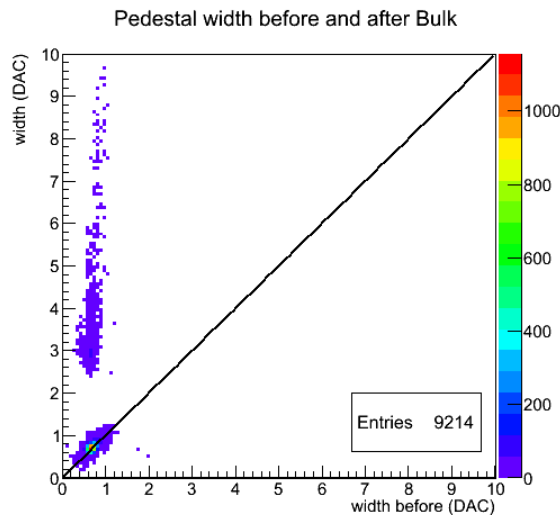


Pose et cuisson du Bulk n'ont pas endommagé de canaux

# Largeur des pedestaux avant/apres Bulk

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

Ratio =  $1.02 \pm 0.11$



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

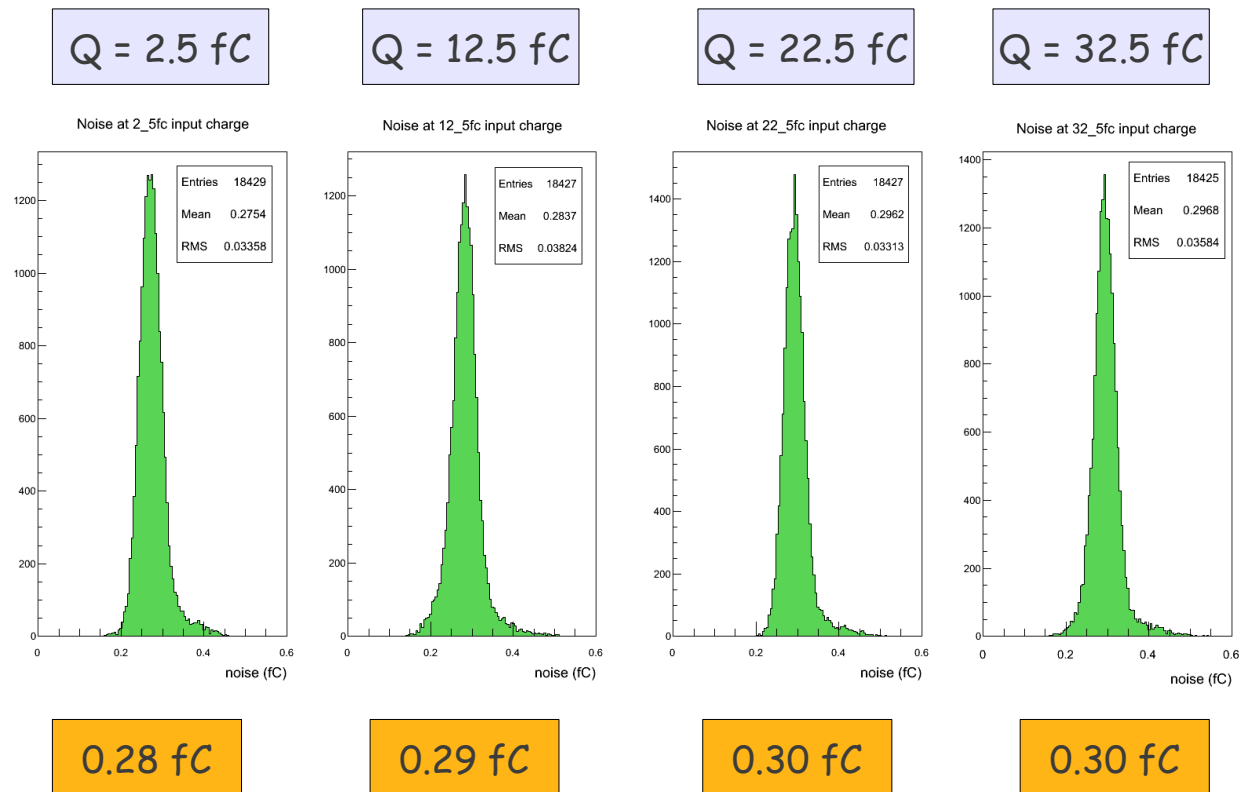
- ... multipliee par le gain

- Echantillons de donnees

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

- Avec injection de charge

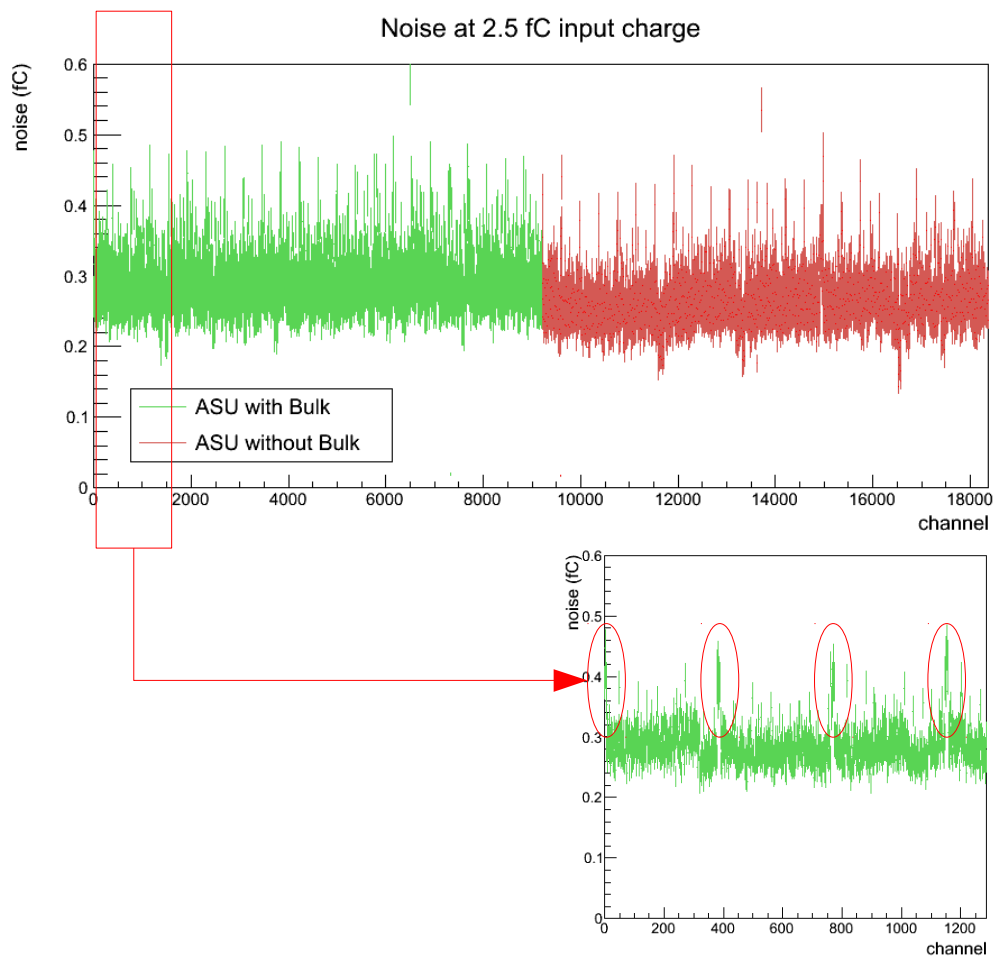
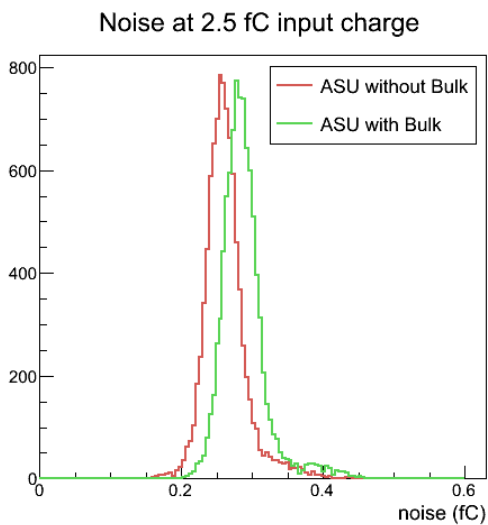
- Depend peu de la charge
  - Valeur moyenne de 0.3 fC
  - 99.98 % des voies entre 0.1-0.5 fC



# Bruit

- Observations

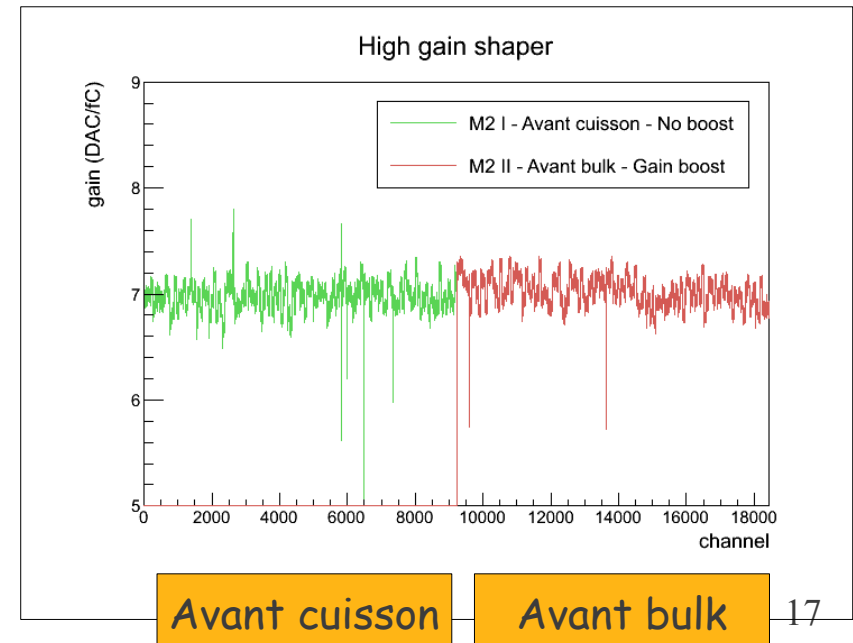
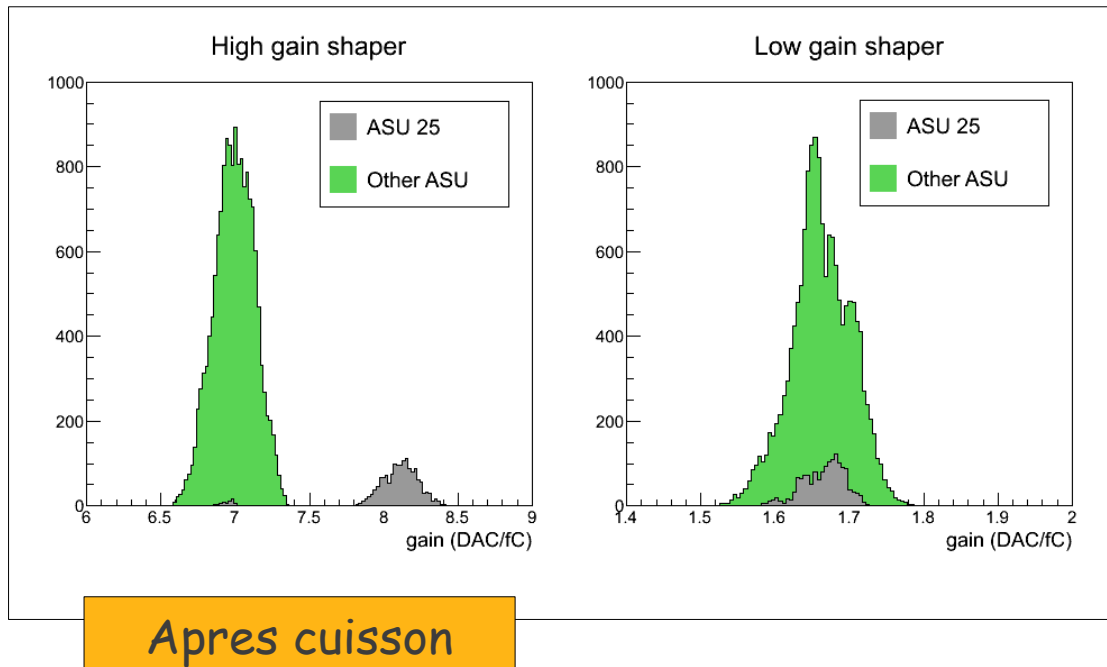
- Le bruit augmente légèrement avec la pose du Bulk ou avec le "boost" du gain: de 0.27 à 0.29 fC
- Queue de la distribution:  
6 premières et 6 dernières voies de chaque lignes ont un bruit plus élevé





# Gain des 2 shapers

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

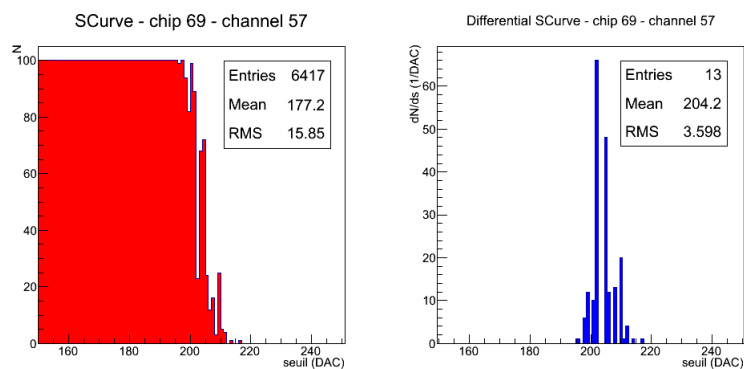


# Voies problematiques

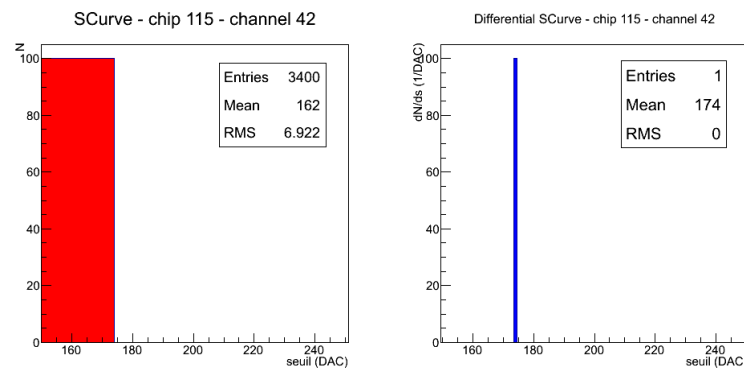
## • Definitions

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

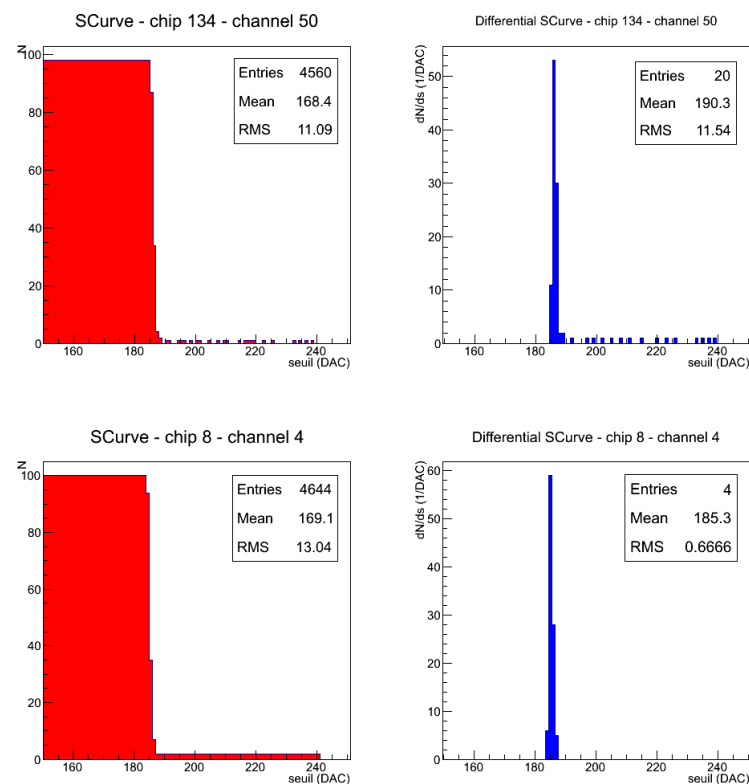
Cas 1



Cas 2

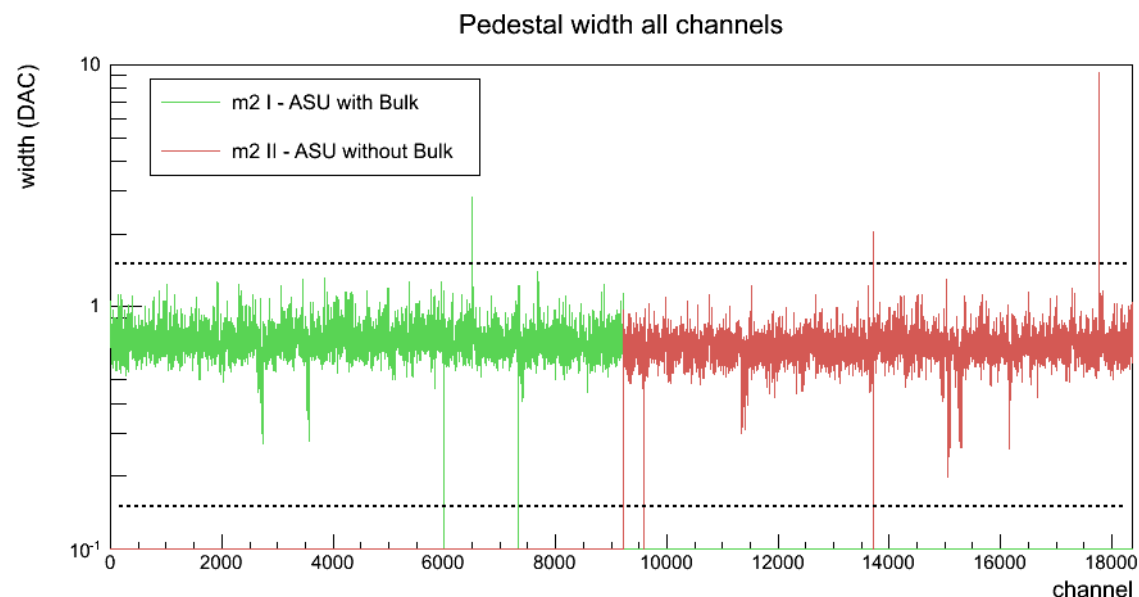


Cas 3



# Voies problematiques

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



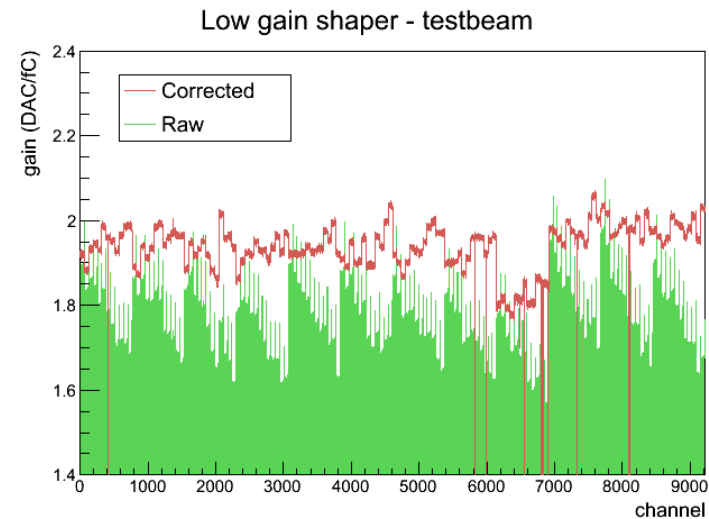
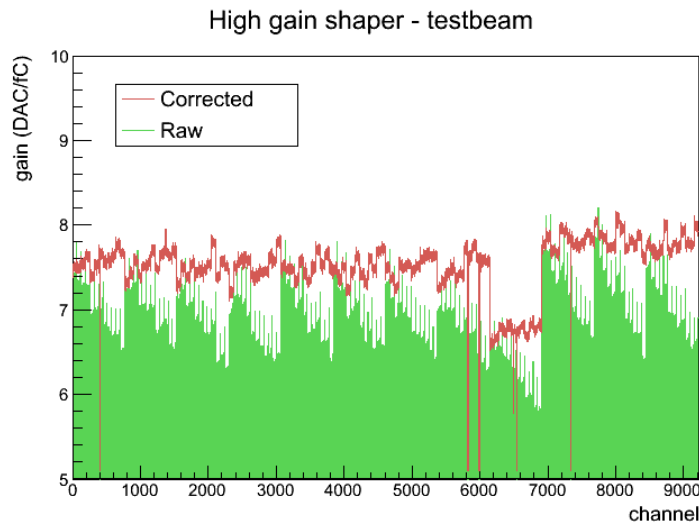
Proto m2	Cas 1	Cas 2	Cas 3
I	(102,27)	(94,36) (115,42)	(8,4)
II		(6,56) (6,57)	(71,24) (71,26) (134,50)

Dans le 1er m2, les 4 voies problematiques doivent en effet etre masquees

# 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:  $7.60 \pm 0.19$  RMS DAC/fC
  - Shaper a bas gain:  $1.95 \pm 0.05$  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 supplementaire necessaire