

I r f u

cea

saclay

le télescope haute résolution d'EUDET, un pas vers le détecteur de vertex pour l'ILC

Marie GELIN

Plan

- Pourquoi l'ILC ?
- le programme de physique
- L'ILC
- le détecteur de vertex
- EUDET, un pas vers le détecteur de l'ILC

Le contexte

I r f u

cea

saclay

Plaçons nous en 2012 ou 2013,

LHC :

- boson(s) de Higgs ?
- nouvelles particules ?

Mais aurons nous la réponse aux questions suivantes :

- Quel est le mécanisme précis de la brisure de la symétrie électrofaible ?
- Si nouvelles particules découvertes au LHC, quel modèle ?

⇒ Nouvelle machine complémentaire du LHC/sLHC :
un collisionneur e^+e^- linéaire

I'ILC

I r f u



sacalay

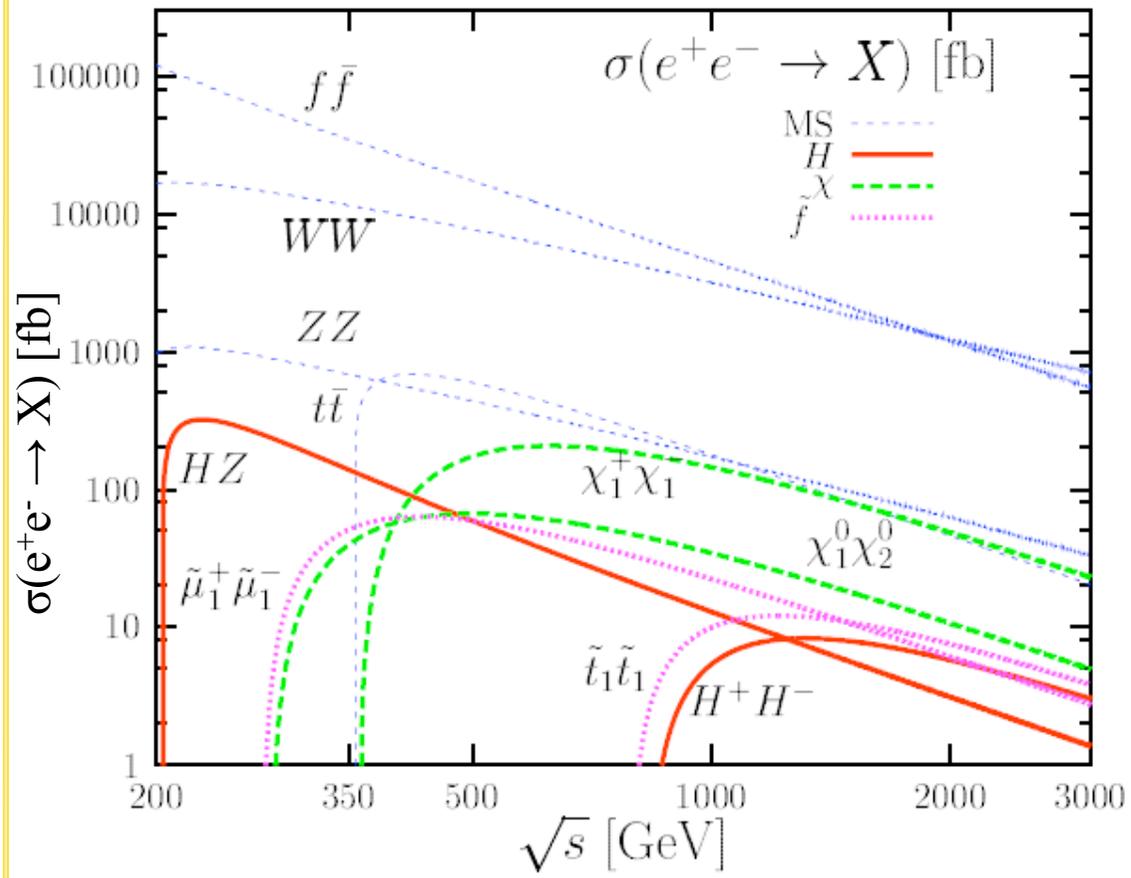
- Précision
 - État initial connu
 - Énergie connue ($\sim 10^{-4}$ – 10^{-5})
 - Interaction électrofaible
 - Taille des faisceaux réduite \Rightarrow étiquetage des saveurs (b, c, τ^\pm)
 - Rapport S/B favorable
 - Luminosité bien connue ($\sim 10^{-2}$ – 10^{-4})
 - Haute luminosité ($\sim 500 \text{ fb}^{-1}/\text{an}$)
 - Détecteurs de haute précision
- Flexibilité
 - Collisions e^+e^- , γe^- , $\gamma\gamma$, e^-e^-
 - Polarisation des faisceaux
 - Modulation de l'énergie (GigaZ, $2 M_{\text{top}}$, $M_Z + M_H$, seuils en SUSY, etc.)

I'ILC

I r f u

cea

saclay



~300 fb⁻¹/an, en 1 an :

\sqrt{s} [GeV]	prod°
~91	10 ⁹ Z(GigaZ)
~160	3x10 ⁶ W ⁺ W ⁻
~350	2x10 ⁵ ttbar
~500	5x10 ⁶ ffbar
~m _H +100	3x10 ⁴ Higgs

Réponse aux questions clefs:

- Mesures de précision du Modèle Standard
- Nouvelle physique
- Origine de la brisure de symétrie électrofaible et des masses
⇒ Caractérisation du secteur de Higgs

Mesures de précision :

- $m_{\text{top}} \sim \pm 100 \text{ MeV}/c^2$
- $m_{W^\pm} \sim \pm 5 \text{ MeV}/c^2$
- GigaZ $\Rightarrow \Delta \sin^2 \theta_{\text{Weff}} / \sin^2 \theta_{\text{Weff}} \sim 0.01 \%$
Mesures Indirectes: $\Delta M_H / M_H \sim 5 \%$

Nouvelle physique :

- Susy: $\downarrow \sqrt{s} < \text{LHC}$. \uparrow Seuils/Balayages possibles
LHC: squarks/gluinos ; ILC: sleptons et Jauginos.
Type de brisure SUSY ?
Détermination précise : masses, spin, BR, etc.
- Technicouleur, Z' , etc

Programme de physique (2)

I r f u

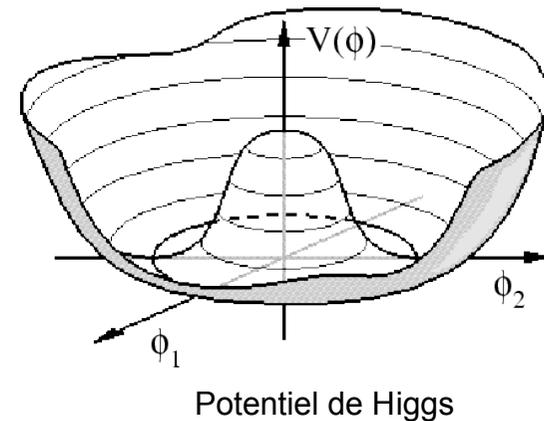
cea

saclay

Le secteur de Higgs:

- masse (précision $\sim 70 \text{ MeV}/c^2$)
- largeur
- section efficace
- spin-parité (Higgs \leftrightarrow boson scalaire)
- Rapports de branchement
 - $b\bar{b}$ / $c\bar{c}$ / gg / $\tau^+\tau^-$ / $\gamma\gamma$ / W^+W^-
 - couplage de Yukawa au top
 - événements $t\bar{t}H$
- potentiel (chapeau mexicain)

le couplage trilineaire peut être mesuré à 15-20 % près dans l'état final HHZ (désintégration en 6-10 fermions)



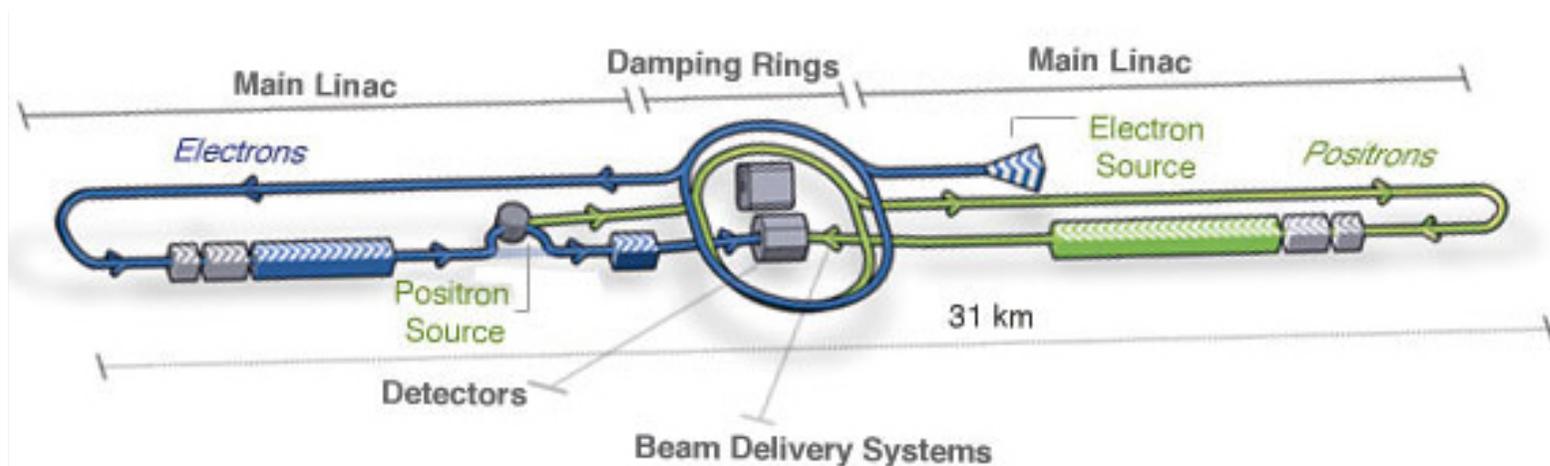
ILC (la machine)

I r f u

cea

saclay

- Collisions ajustables en énergie
 - 200 GeV à 1 TeV
 - Option GigaZ : 10^9 Z en 1 an, soit 2 ordre de magnitude de plus que LEP1
- Luminosité
 - 3 à 5 ab^{-1}
 - typiquement 500 fb^{-1} / année



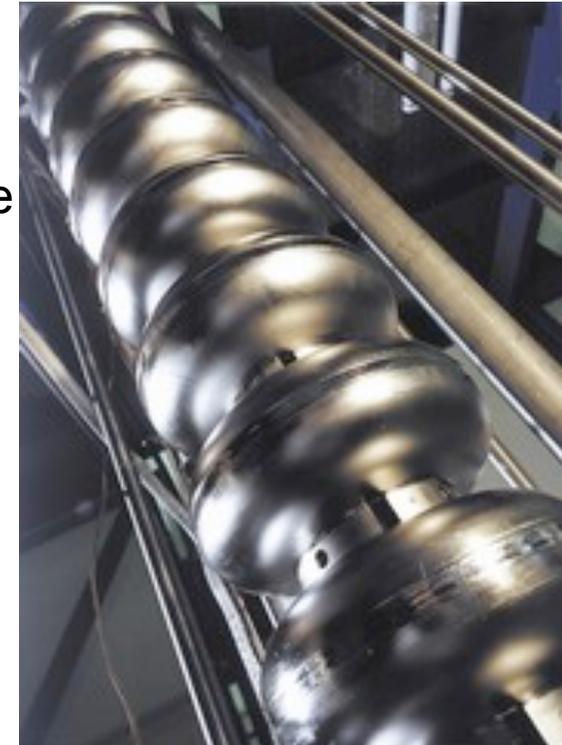
Technologie supra.

I r f u

cea

saclay

- Avantages:
 - Champs de sillage plus faible
 - ⇒ Basse fréquence et charge plus élevée
 - Efficacité du transfert de puissance entre le champ radio-fréquence et le faisceau
 - ⇒ Consommation électrique réduite (~100 MW pour une puissance par faisceau de ~10 MW)
- Cavités
 - Niobium, hélium superfluide à 2K.
 - Fréq. faible (1.3 GHz)
 - Gradient = 31.5 MV/m



Technologie supra.

I r f u

cea

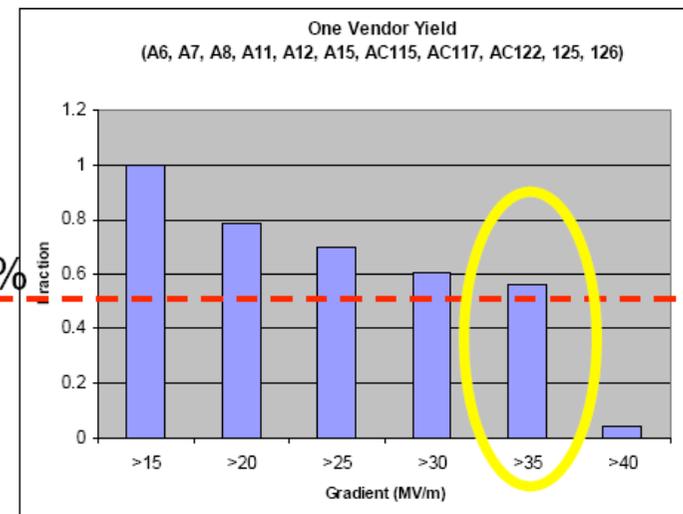
saclay

- Avantages:
 - Champs de sillage plus faible
 - ⇒ Basse fréquence et charge plus élevée
 - Efficacité du transfert de puissance entre le champ radio-fréquence et le faisceau
 - ⇒ Consommation électrique | (~100 MW pour une puissance faisceau de ~10 MW)
- Cavités
 - Niobium, hélium superfluide
 - Fréq. faible (1.3 GHz)
 - Gradient = 31.5 MV/m

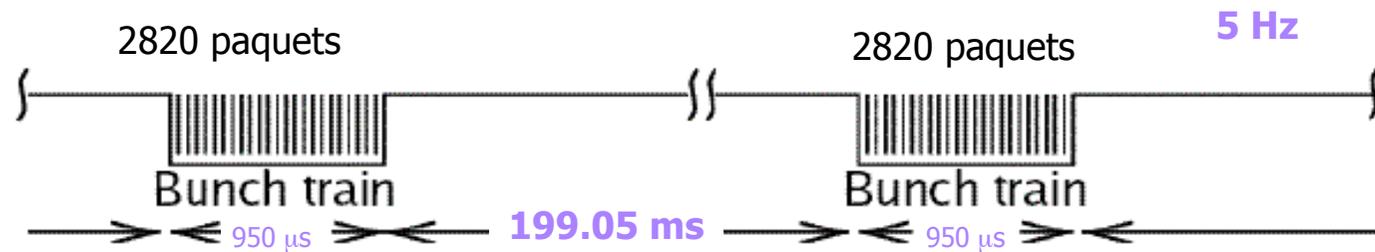


23 tests, 11 cavities

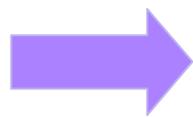
One Vendor



Structure temporelle du faisceau



- 5 Trains de ~1 ms par seconde
- 2820 paquets par train
- 337 ns entre paquets
- 200 ms entre chaque train
 - Données stockées en Front-end
 - Sélection software pendant les 200 ms



**Pas de trigger ! (ni temps mort)
Conditionne les détecteurs**

Une R&D pour les détecteurs

I r f u

cea

saclay

Importance de la résolution des impulsions des particules chargées

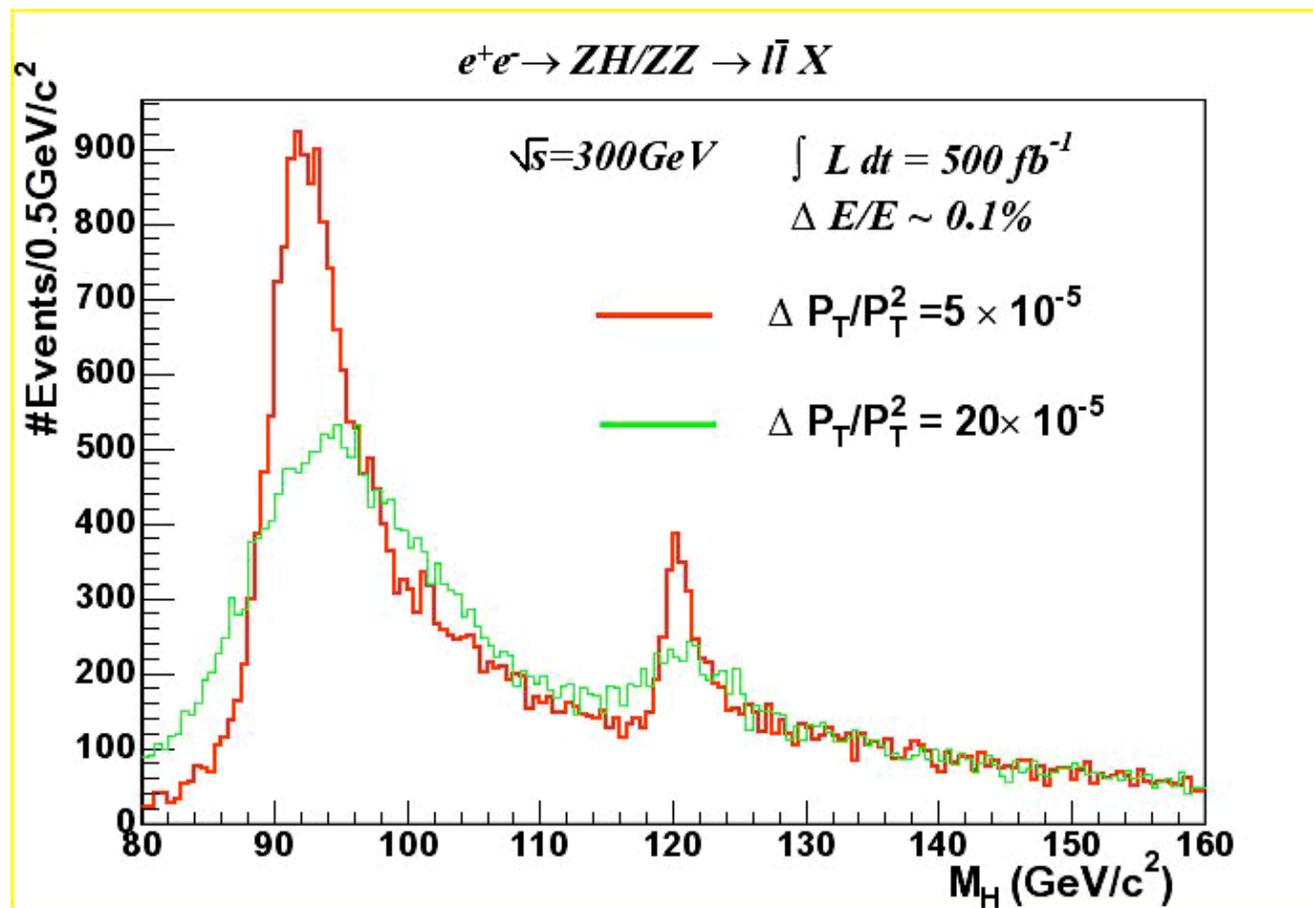
Tracker

I r f u

cea

saclay

Masse de recul au Z vu à partir de 2 leptons



Importance de la résolution en énergie dans le calorimètre

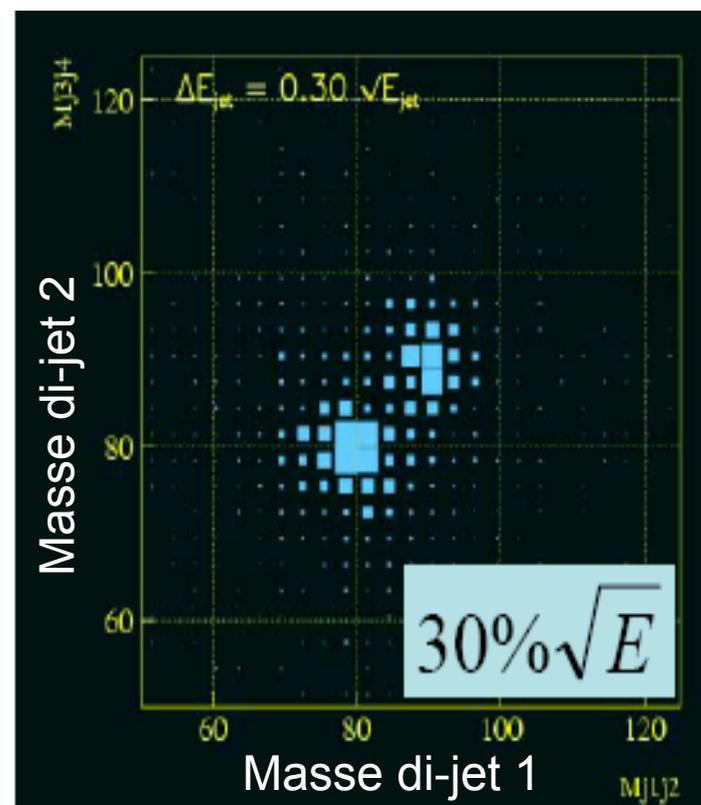
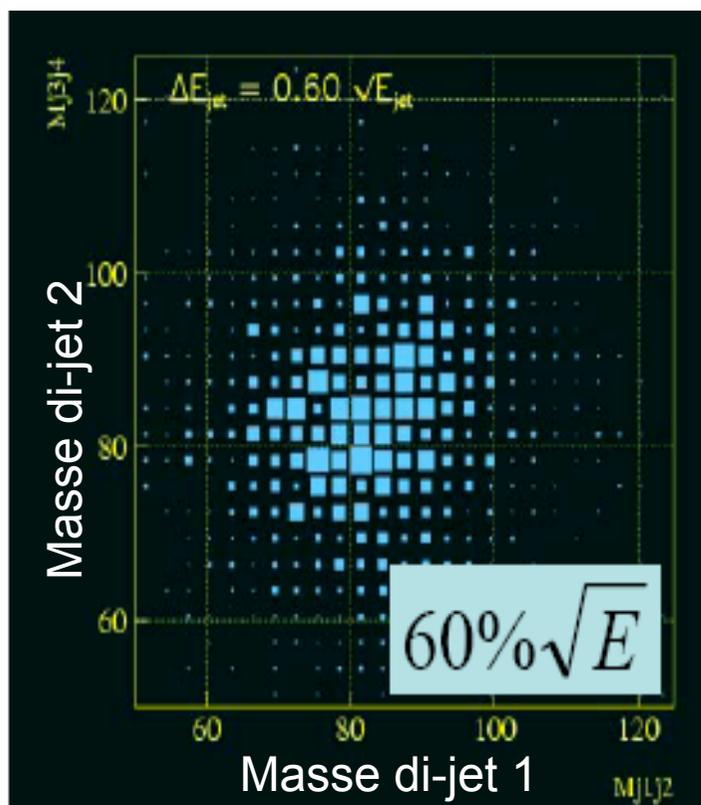
I r f u

cea

saclay

calo

Pour séparer W/Z dans des processus comme WW $\nu\nu$ ou ZZ $\nu\nu$, on a besoin d'une très bonne résolution dans l'énergie des jets (un facteur 2 mieux qu'au LEP)



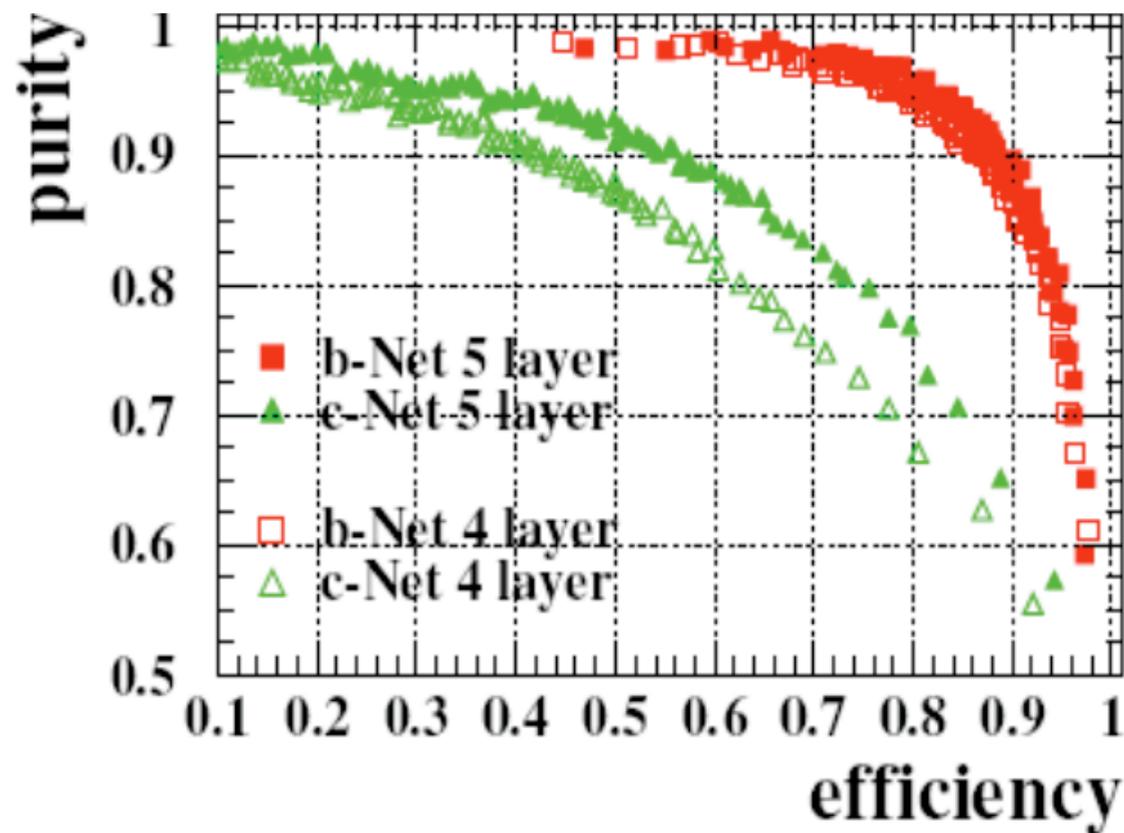
Importance du nombre de couches dans le détecteur de vertex

I r f u

cea

saclay

vertex



b : robuste

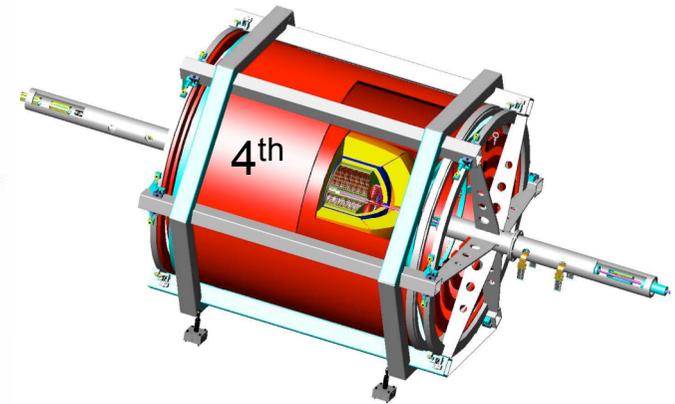
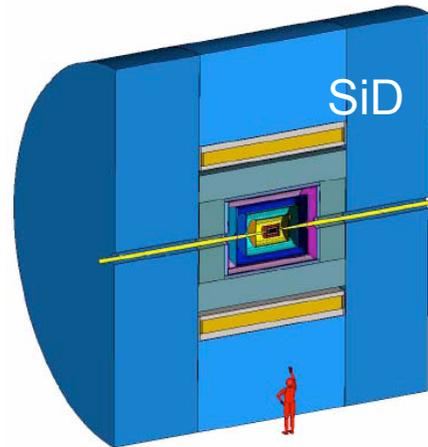
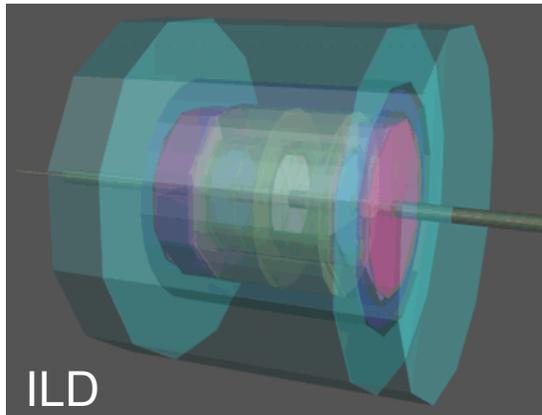
c : dépend du nb
de couches

Etapes à venir



- ***Reference Design Report*** prêt depuis août 2007.
- Lettre(s) d'intention pour mars 2009.
- La prochaine étape sera la publication du ***Technical Design Report Phase 1*** (TDR1) pour 2010, puis le TDR2. Dès lors, l'ILC sera prêt pour une approbation et le choix d'un site pourra commencer.
- **~2013** : période clé correspondant à l'acceptation du projet
- La construction devrait alors commencer pour une durée estimée à **7 années**.

3 concepts de détecteurs



	principe	vertex	tracking	EM calo	Hadron calo	soleno id	Chambres à muons
ILD	particle flow	5 ou 6 couches de pixels	TPC	SiW ou W- scintillateur	Scintillateur	3.5 T	Retour de flux instrum.
SiD	particle flow	5 couches	Bandes Si	Si-W	Acier-RPC	5 T	Retour de flux instrum.
4 th	dual read out	5 couches	TPC gaseux	cristaux 2/3 lectures	W/fibres 2/3 lectures	3.5 T	Solenoïde double sans Fe

Un détecteur de vertex pour l'ILC

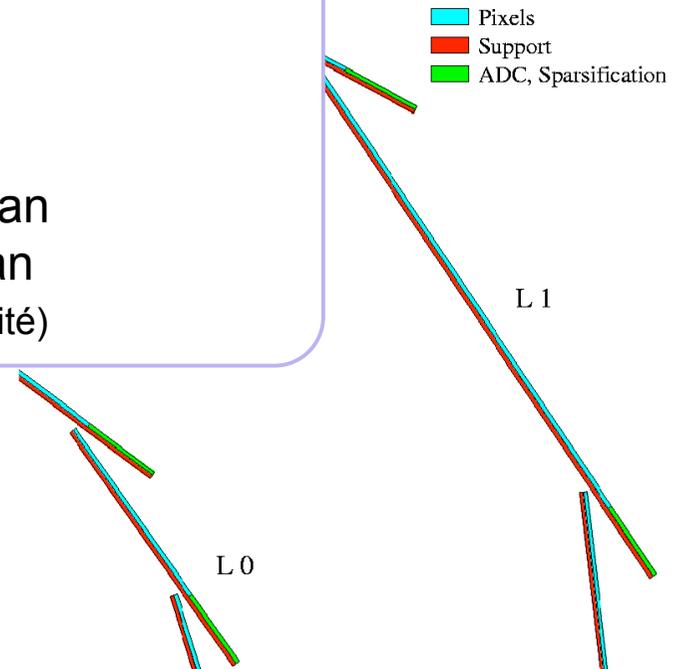
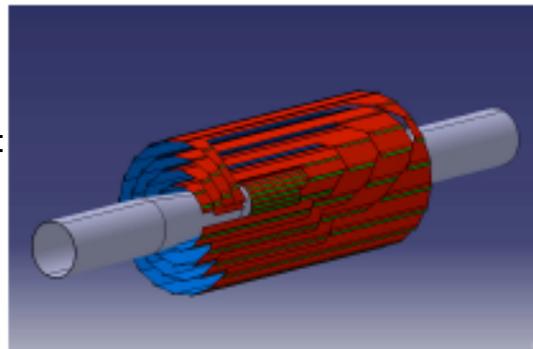
I r f u

cea

saclay

- résolution spatiale : $< 5 \mu\text{m}$ \Rightarrow très importante granularité
 \Rightarrow 300-500 millions de pixels (20–33 μm pitch)
- efficacité de détection $\sim 99.9\%$
- Très grande vitesse de lecture pour garder un taux d'occupation raisonnable (\leq qqs %)
 - $\sim 25 \mu\text{s}$ pour la 1^{ère} couche
 - $\sim 50 \mu\text{s}$ pour la 2^{nde} couche
 - $\sim 100\text{-}200 \mu\text{s}$ pour les autres
- budget matière très faible
 \Rightarrow amincissement des capteurs $\sim 50 \mu\text{m}$
- tolérance aux radiations : $\sim O(10^{11}) \text{ n/cm}^2/\text{an}$
 $\sim O(100) \text{ kRad/an}$
(facteur 3 de sécurité)

5–6 couches cylindriques :
 $\sim 3000 \text{ cm}^2$



R&D pour le détecteur de vertex

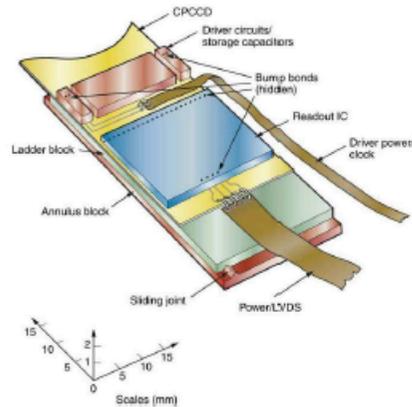
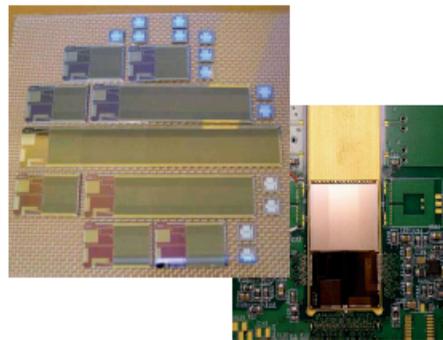
I r f u

cea

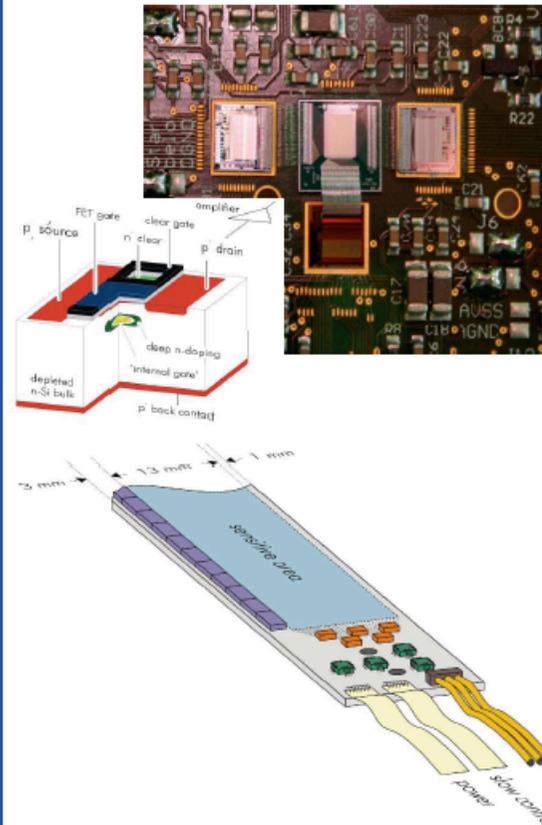
saclay

Candidate sensor technologies (simplified)

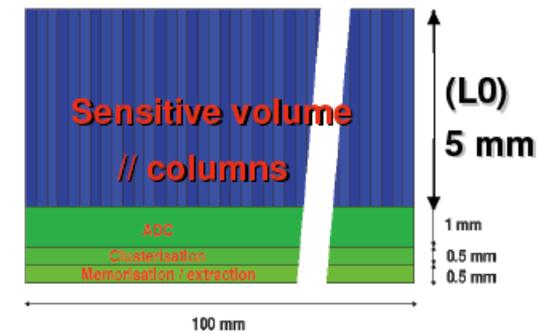
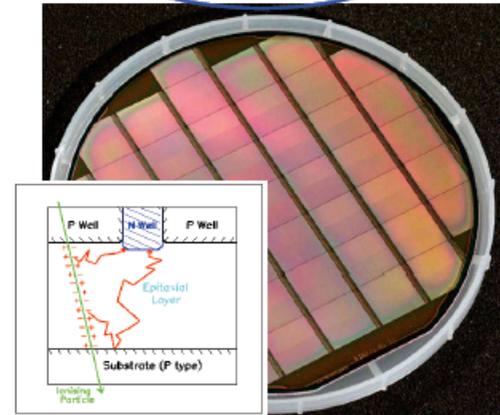
CCDs



DEPFET



MAPS



R&D pour le détecteur de vertex

I r f u

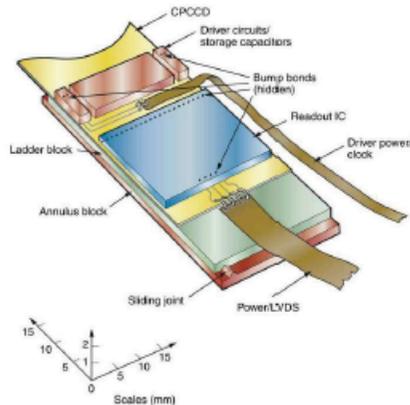
cea

saclay

Candidate sensor technologies (simplified)

CCDs

- ☺ Couches minces
- ☺ granularité
- ☹ Vitesse de lecture
- ☹ tolérance aux radiations (n)



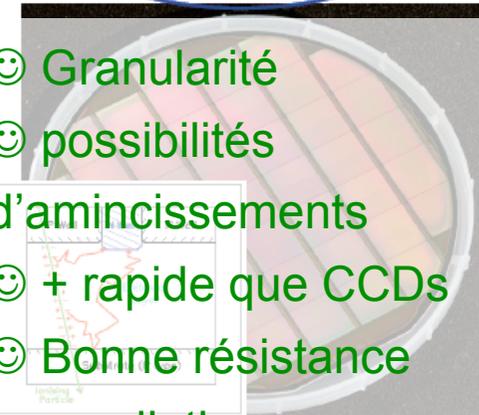
DEPFET

- ☺ Granularité
- ☺ possibilités d'amincissements
- ☺ + rapide que CCDs
- ☺ Bonne résistance aux radiations
- ☹ Perte de signal si aminci
- ☹ Pb bonding



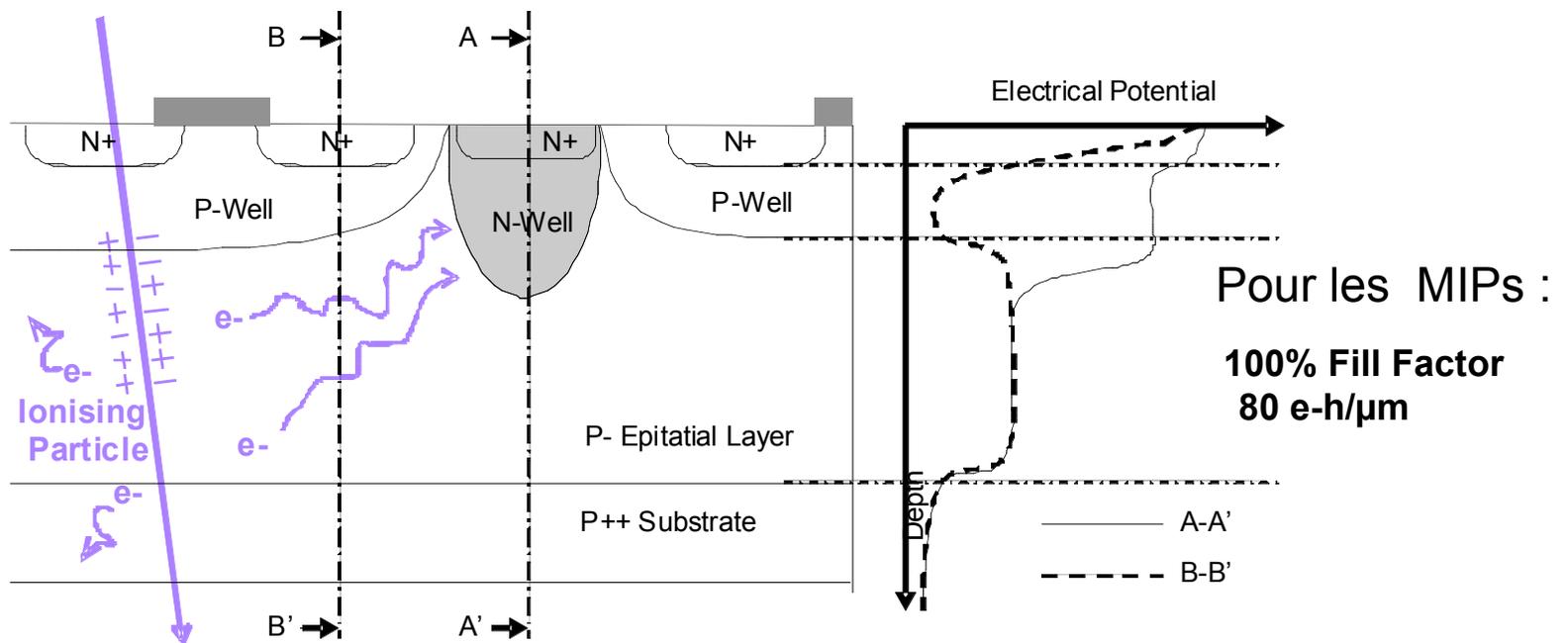
MAPS

- ☺ Granularité
- ☺ possibilités d'amincissements
- ☺ + rapide que CCDs
- ☺ Bonne résistance aux radiations
- ☺ Utilisation de la techno standard CMOS
- ☺ monolithique
- ☹ Utilisation de la techno standard CMOS



MAPS (*Monolithic Active Pixel Sensor*) : principe

- Les éléments sensibles et électronique de traitement sur le même substrat utilisant un procédé CMOS standard
- Les particules ionisantes créent des paires e-h dans la couche épitaxiale faiblement dopée
- Les électrons diffusent thermiquement vers la diode N-well/P-épi



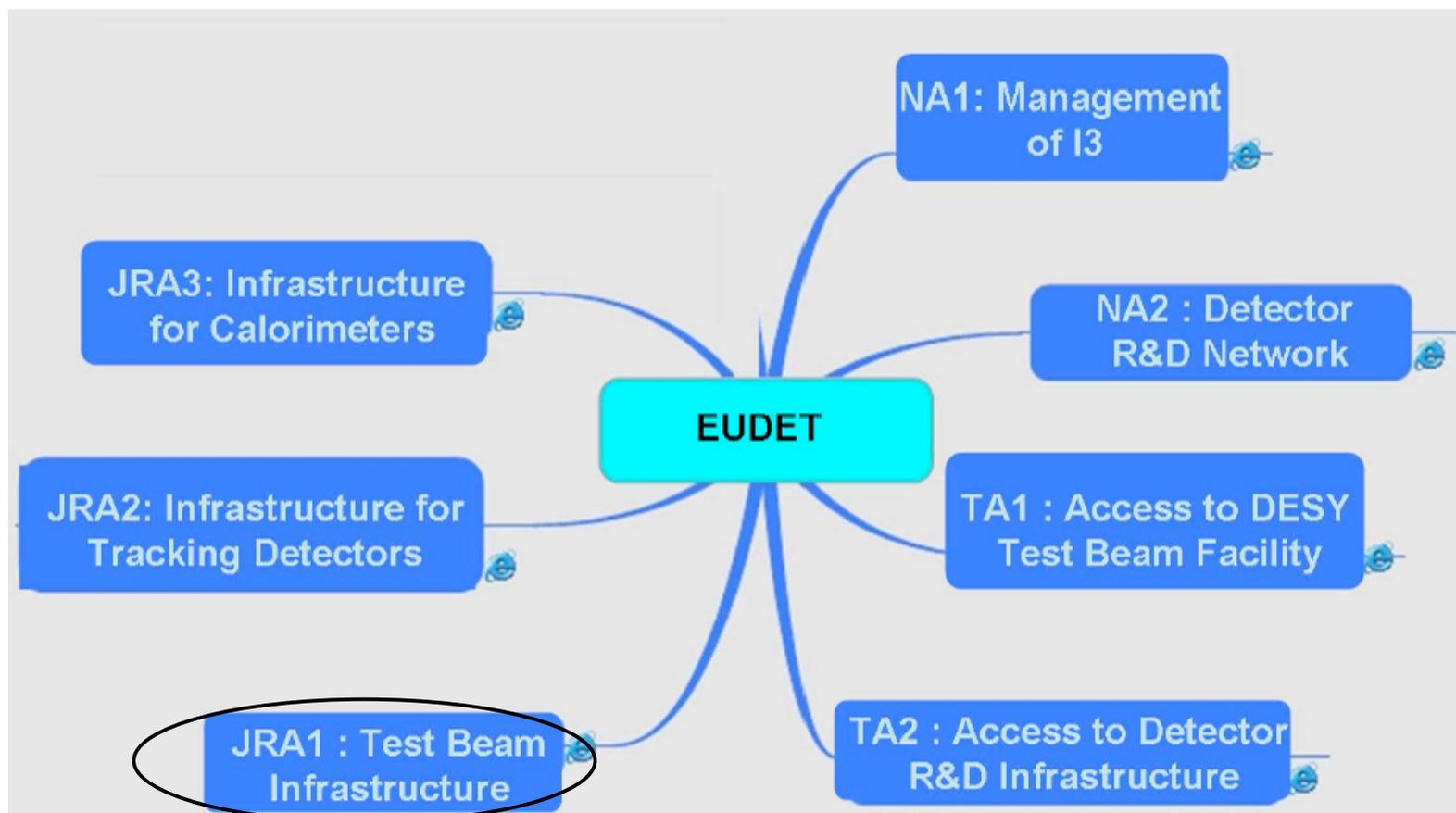
Le projet EUDET : R&D pour le collisionneur linéaire

I r f u

cea

saclay

EUDET : Projet FP6 : 2006-2009 (+1an)



Nb d'instituts : 31 (de 12 pays différents) + 24 instituts associés

Infrastructure de faisceau test EUDET-JRA1

➤ **Télescope faisceau avec 6 couches de MAPS :**

- très grande précision ($< 3 \mu\text{m}$)
- très grande vitesse de lecture (frame rate $> 1 \text{ kHz}$), $T_{\text{integ}} \sim 100 \mu\text{s/frame}$
- lecture binaire
- facile à utiliser (interfaces bien définies/décrites)
- modulaire pour les différents DUT (Device Under Test)
(refroidissement, positionnement, champ magnétique)

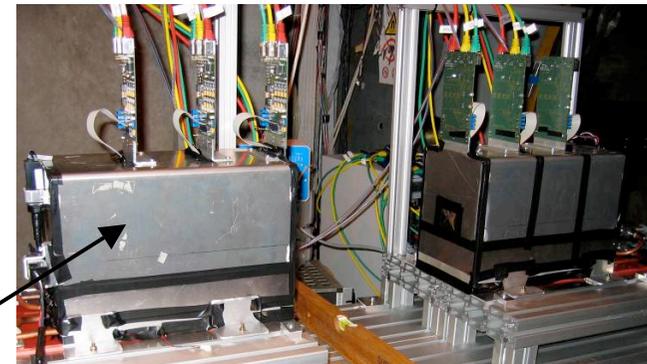
➤ **Principaux utilisateurs :**

Détecteurs à pixels, CCD et DEPFET
TPC, ...

- setup initial @ DESY
< 6 GeV/c électrons

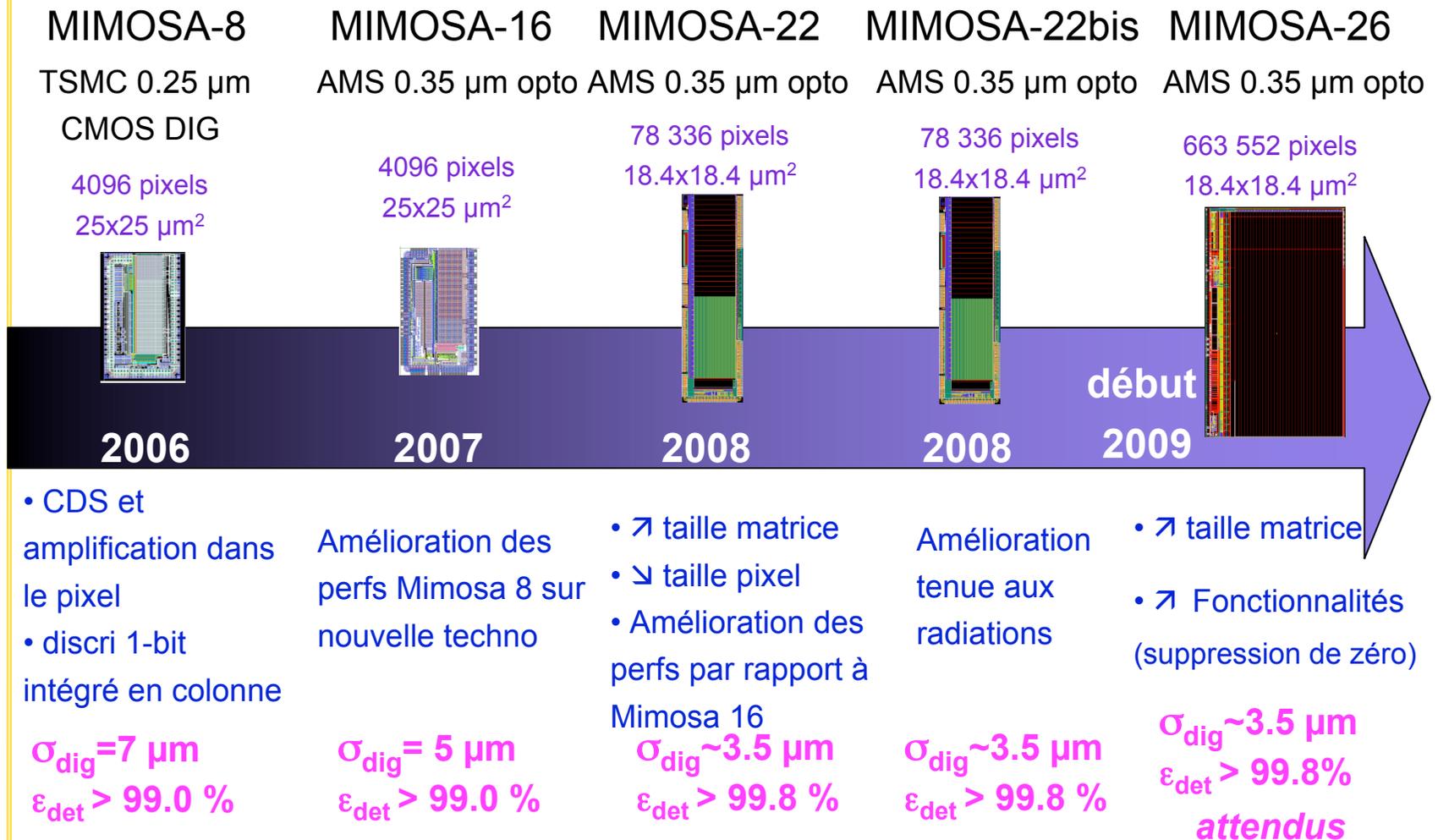
- Transportable :

Faisceaux hadroniques à FNAL, SLAC ou CERN



Développement des chips communs IPHC-IRFU pour ILC et EUDET

Chips, technologie, nombre de pixels, pitch

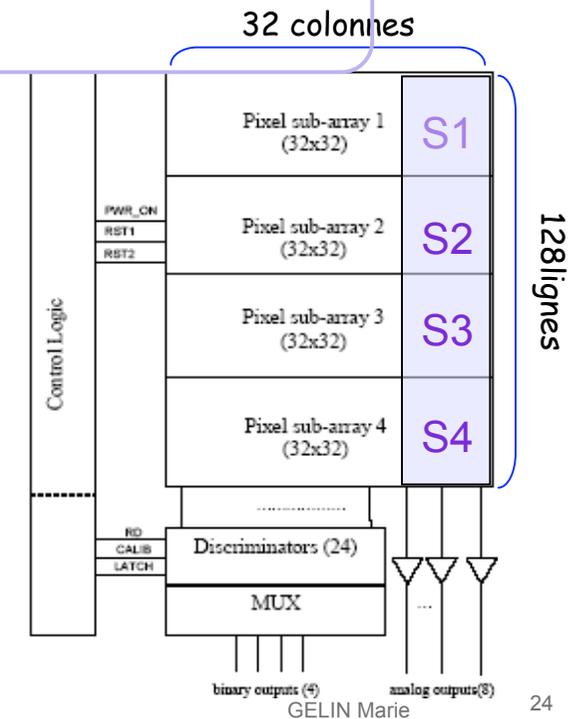
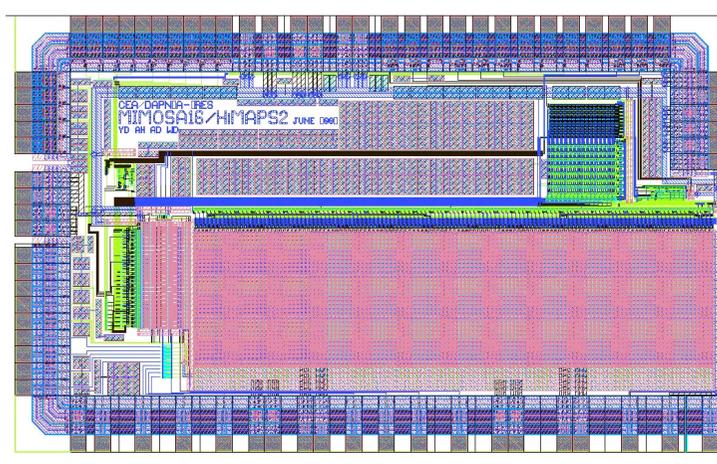


Avancées techniques et performances acquises

MIMOSA 16 : description

Principaux paramètres & fonctionnalités

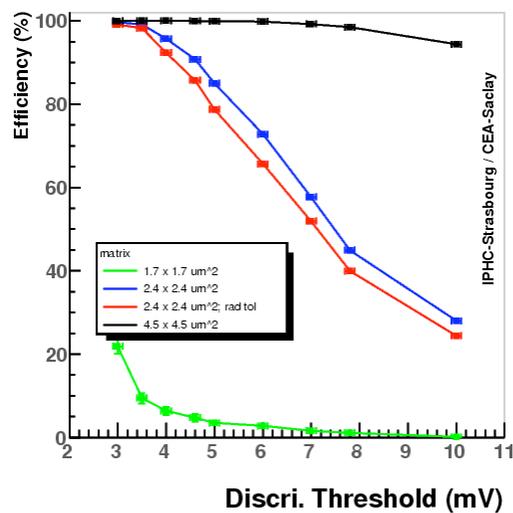
- **AMS-OPTO 0.35 μm**
- **Taille du pixel : 25 x 25 μm^2**
- **32 x 128 pixels [M26 final : 1152 x 576]**
- **8 sorties analogues de test (1024 pixels)**
- **24 discriminateurs de fin de colonne (3072 pixels)**
- **Traitement au niveau du pixel : CDS (Correlated Double Sampling)**
- **2 versions de couches epitaxiées (14 et 20 μm)**



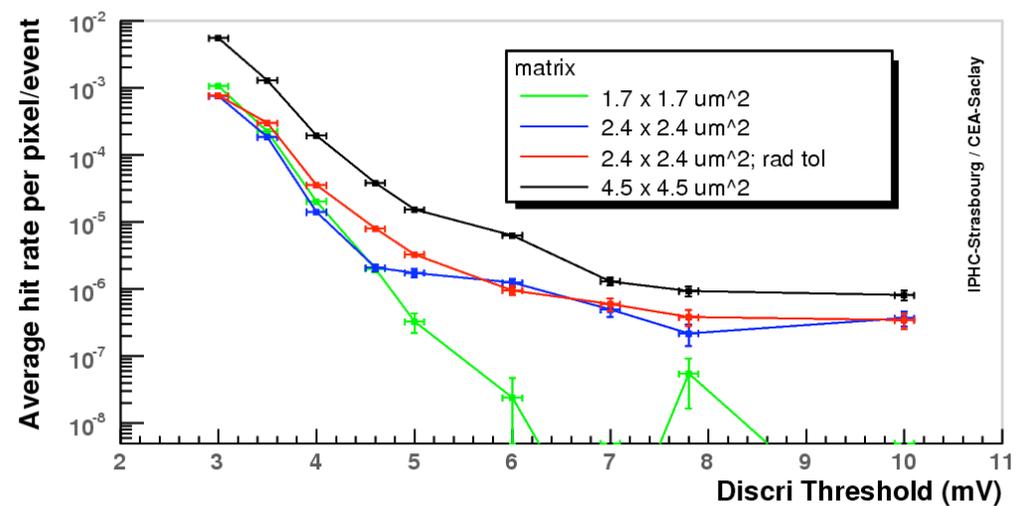
MIMOSA 16 (bis)

- Bruit temporel entre 12 et 15 e⁻
- Efficacité de détection > 99.% (ana et avec des seuils de discri « bas »)
- Rapport Signal/Bruit : 10-16 (selon la sous-matrice)
- Résolution : 5 μm (num.)
- taux de fantômes : $O(10^{-4} - 10^{-5})$ avec eff. det. ~ 100 %

M16 digital. Efficiency (%) vs Discri threshold (mV)



M16 digital. Max fake hit rate per pixel vs Threshold



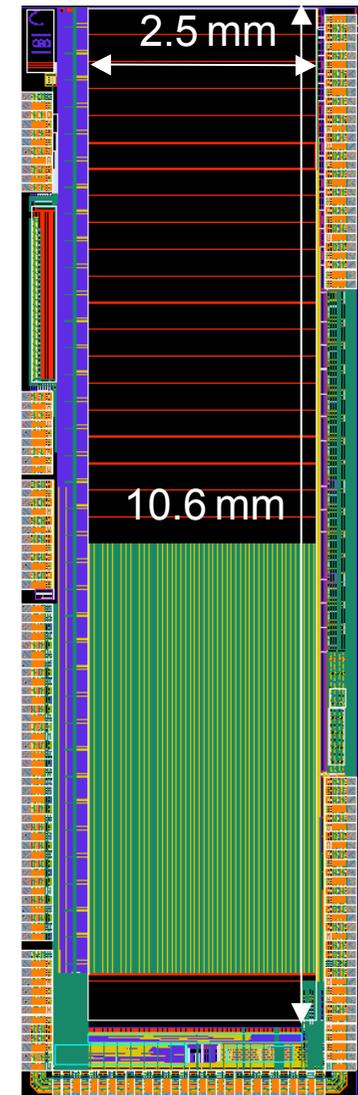
MIMOSA 22 : description

Principaux paramètres & fonctionnalités

- **AMS-OPTO 0.35 μm**
- **Taille du pixel : 18.4 x 18.4 μm^2**
- **136 x 576 pixels [M26 final : 1152 x 576]**
- **8 sorties analogues de test (4608 pixels)**
- **128 discriminateurs de fin de colonne (73728 pixels)**
- **Interface de contrôle : JTAG**
- **Polarisation interne (DACs)**

Les diff. ss-matrices avec les diff. surfaces de diode

Pixel architecture	Diode surface	Remarks	Number of Lines
<i>Reset + Clamping</i>	Diode : 20.3 μm^2		16
	Diode : 14.4 μm^2		144
<i>Self-Bias + Clamping</i>	Diode : 14.6 μm^2		128
	Diode : 19.4 μm^2 Diode : 11.6 μm^2	Idem M16.1 S4	16
<i>Reset + Clamping</i>	Diode : 15.2 μm^2		96
<i>Reset + Clamping</i>	Diode : 15.2 μm^2		96
<i>Reset + Clamping</i>	Diode : 15.2 μm^2 Diode : 12.3 μm^2	Idem M16.3 S3	32 32



M22 : Layout

Buts des tests en laboratoire (réalisés à l'IPHC & Saclay)

I r f u



saclay

Mesures/caractérisation des sorties analogiques de test :

- Bruit : Bruit Temporel (TN) et bruit spatial fixe (FPN)
- Facteur de conversion Charge tension : CVF
- Efficacité de collection de charge : CCE pour des clusters de 3x3 et 5x5 pixels
- Dispersion des résultats obtenus entre différents détecteurs

Mesures/caractérisation des sorties digitales:

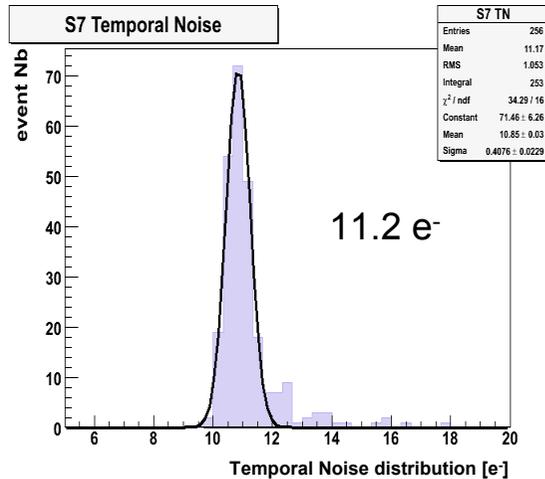
- Caractérisation des DACs internes
- TN and FPN pour les discriminateurs seuls
- TN and FPN pour discriminateurs + pixels
- Etude des pixels bruyants and uniformité de la réponse des pixels aux hits

Conditions de travail :

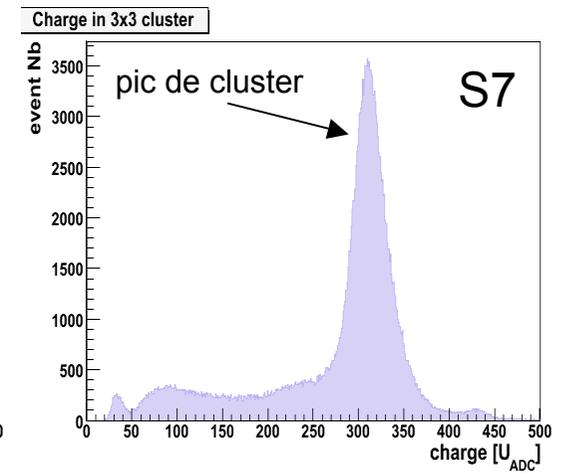
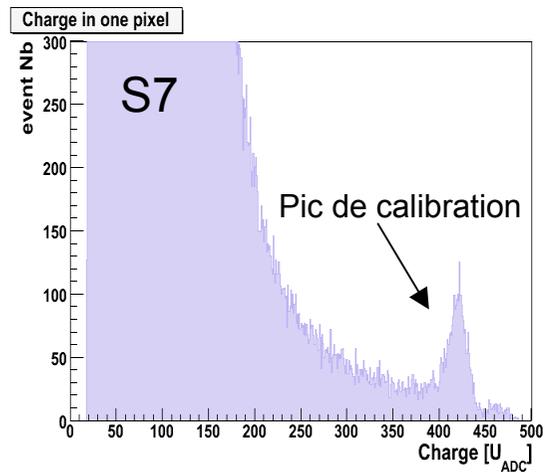
$$F_{\text{CLK-(chip)}} = 100 \text{ MHz} \Rightarrow T_{\text{integ}} = 92.16 \mu\text{s} ; I_{\text{pix_sf}} = 50 \mu\text{A} ; T_{\text{chip}} \approx 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

M22 : Résultats des sorties analogiques

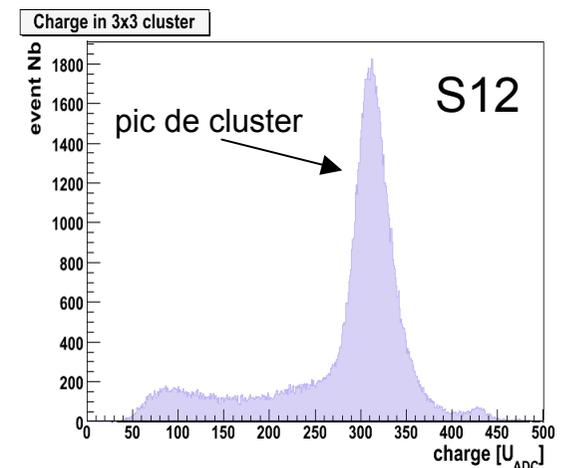
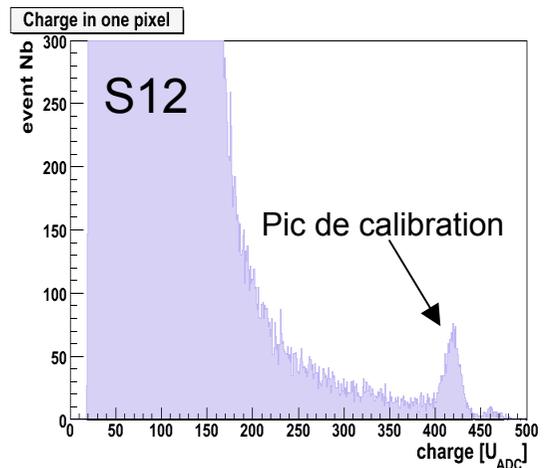
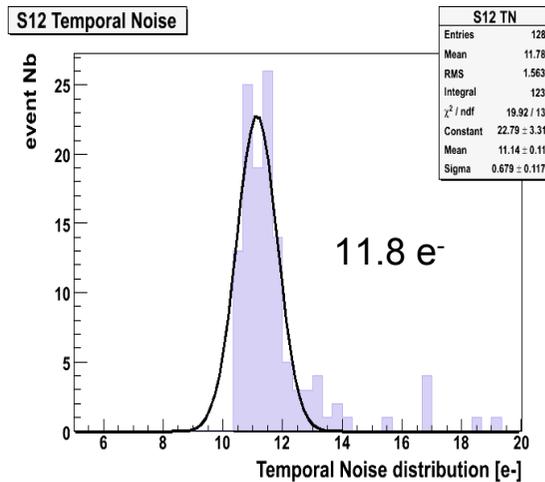
sans source



⁵⁵Fe → X-ray de 5.9 keV



facteur de conversion charge tension = 57 $\mu\text{V}/\text{e}^-$



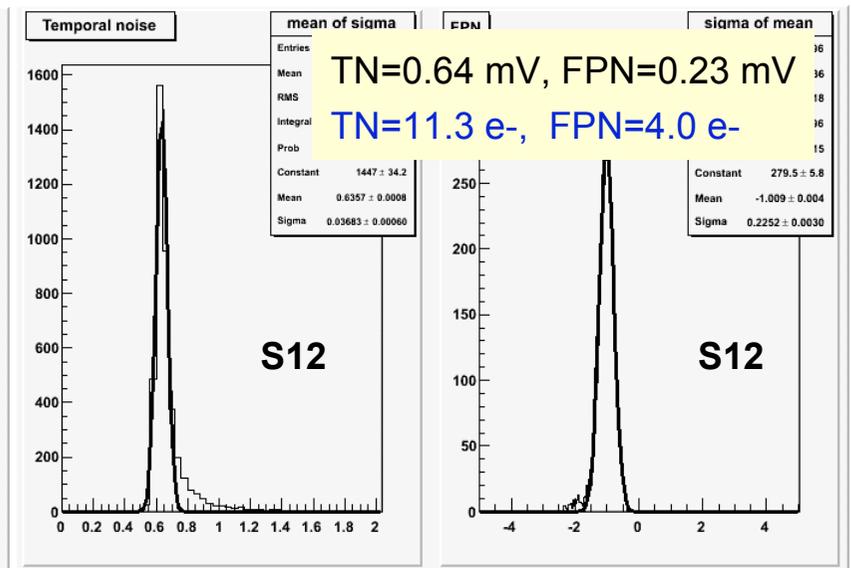
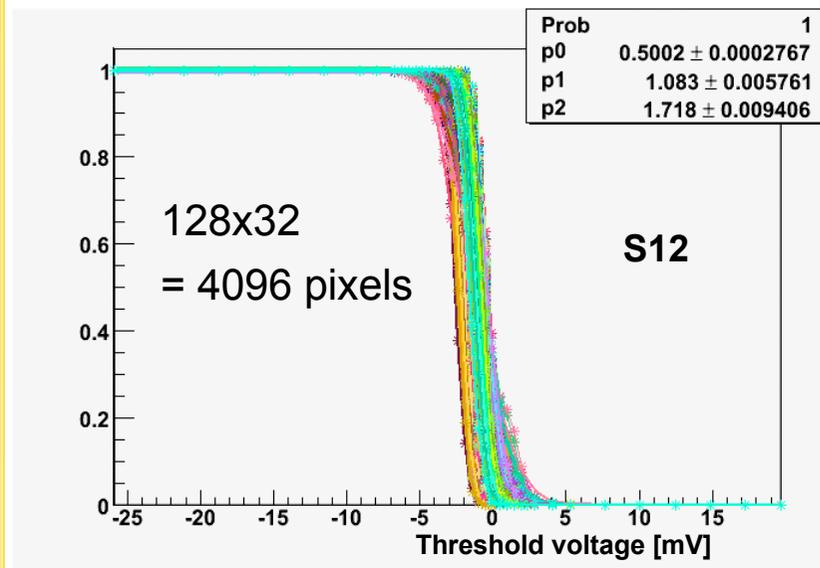
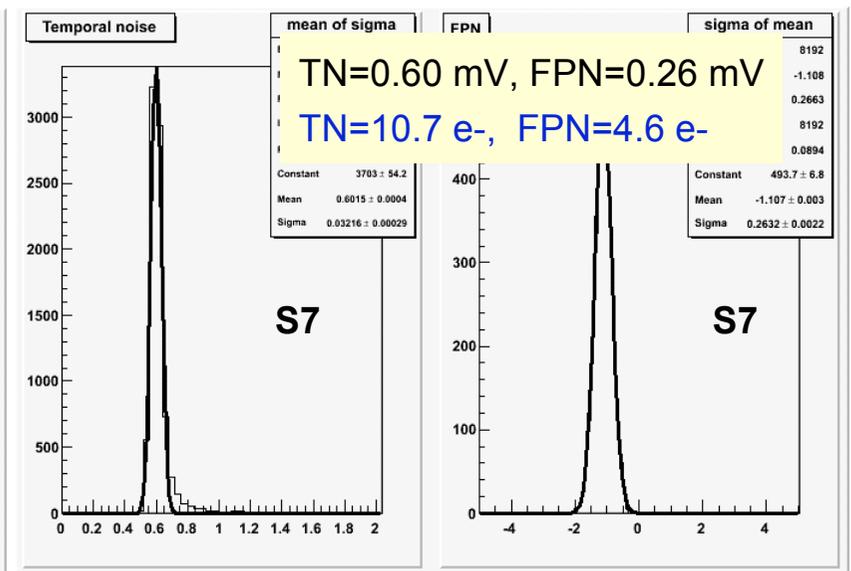
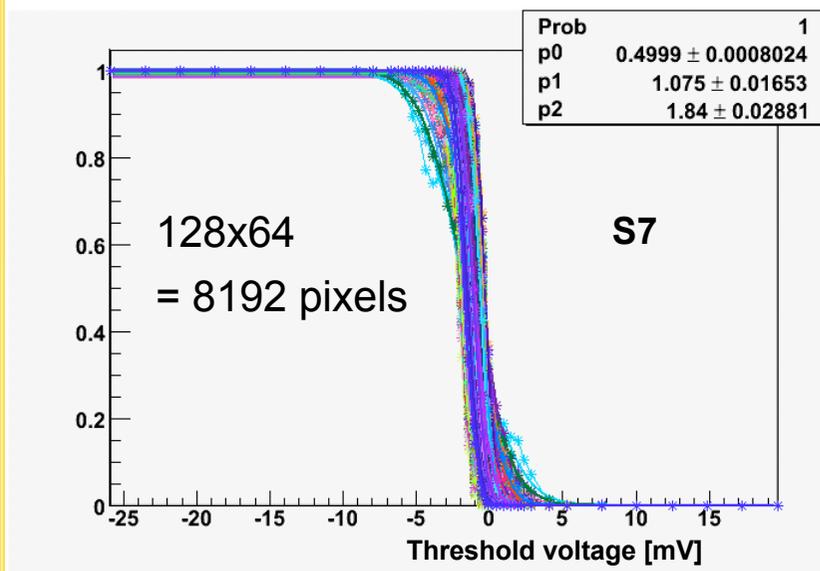
M22 : dispersion entre les chips

Working conditions : $I_{\text{pix_sf}} = 50 \mu\text{A}$; $T_{\text{chip}} \approx 15 \text{ }^\circ\text{C}$; $V_{\text{dd_diode}} = 0.915 \text{ V}$

Ss-matrice	n° Chip	Bruit	CCE 3x3	CCE 5x5
S6	5	12.6 e ⁻	73 %	86 %
	4	12.4 e ⁻	73 %	84 %
	3	12.7 e ⁻	76 %	86 %
	1	12.6 e ⁻	74 %	85 %
S10	5	12.6 e ⁻	74%	87%
	4	13.3 e ⁻	77 %	86 %
	3	12.8 e ⁻	75 %	85 %
	1	13.5 e ⁻	76 %	86 %

Résultats similaires pour les différentes puces

M22 : caractérisation discri + pixels



M22 : caractérisation discri + pixels

I r f u



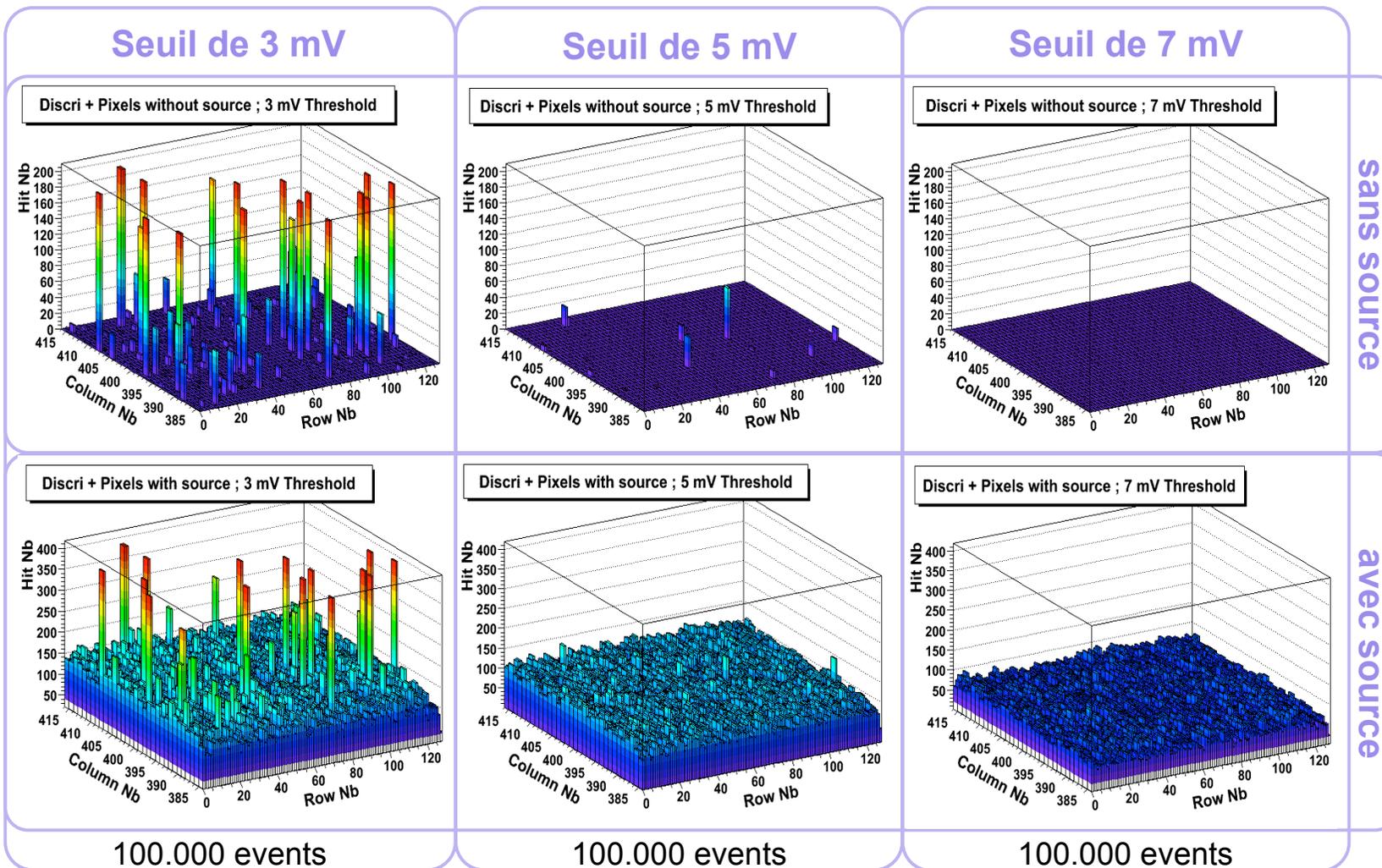
saclay

	S6		S7		S8		S9		S10	
	mV	e-								
TN	0.612	11.5	0.601	10.7	0.615	11.3	0.595	10.0	0.639	11.6
FPN	0.250	4.7	0.263	4.6	0.254	4.4	0.273	4.6	0.222	4.0
	S12		S13		S15		S16		S17	
	mV	e-								
TN	0.636	11.2	0.692	13.4	0.682	12.8	0.536	12.4	0.527	11.4
FPN	0.225	4.0	0.269	5.2	0.277	5.2	0.218	5.1	0.217	4.7

- Pixel Noise ~ 0.6 mV
 - FPN ~ 0.25 mV
 - RadTol pixels (S6, S10, S13) plus bruyants que les pixels standards (~1 e⁻)
- ⇒ résultats similaires à ceux du prototype de plus petite taille MIMOSA16

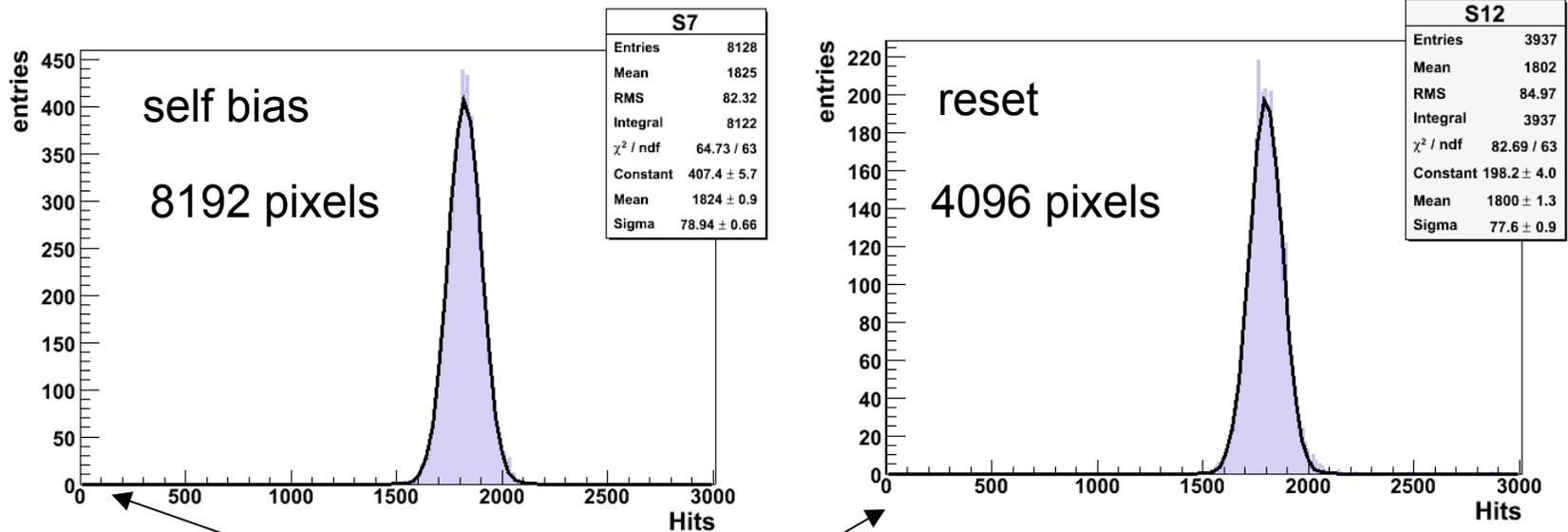
Partie numérique : étude des pixels bruyants

réponse de S12 à des seuils de 3, 5 and 7 mV avec et sans source de ^{55}Fe



Partie digitale : Réponse des pixels aux hits

Seuil de 5 mV avec la source de ^{55}Fe



Pas de pixel mort

Bonne uniformité de réponse des discriminateurs, dans les 4%

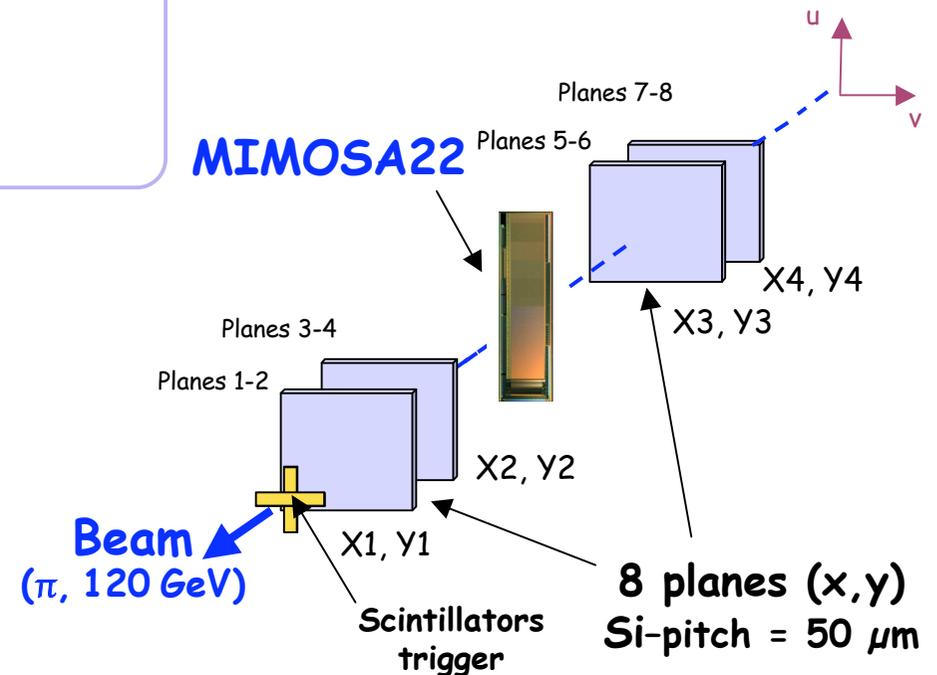
Buts des faisceaux tests

Performances des sorties analogiques :

- Bruit
- Rapport S/N aux MIPs
- Résolution spatiale

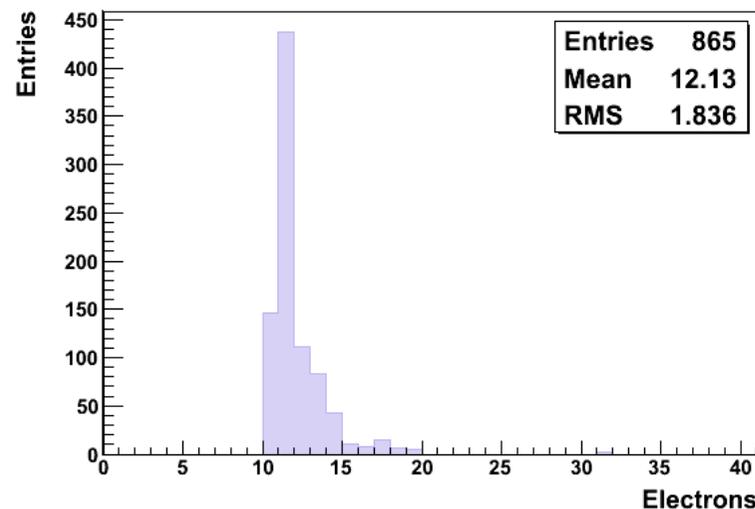
Performances des sorties numériques :

- Efficacité de détection
- Taux de hits fantôme
- Résolution spatiale

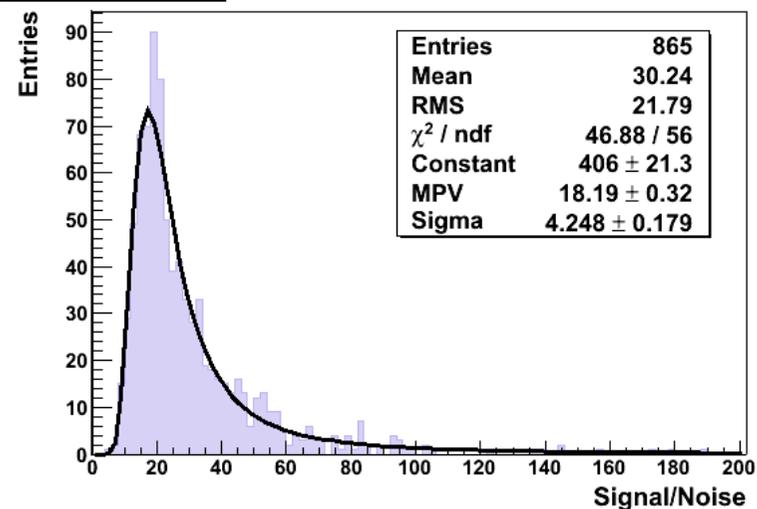


Performances des sorties analogiques aux MIPs

Seed pixel noise for real track cluster



S/N Seed

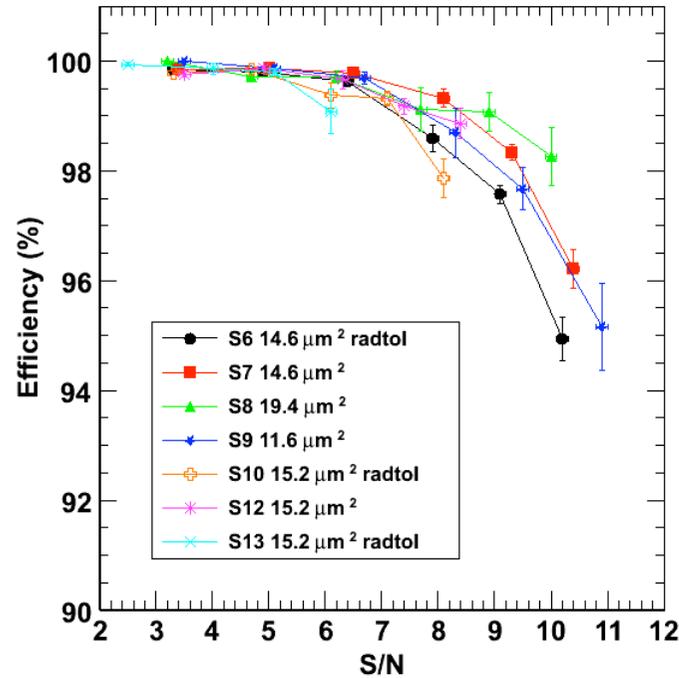


sous matrice	S6	S7	S8	S9	S10	S12	S13
Det. Eff.	99.93 % \pm 0.05	99.95 % \pm 0.04	100.0 % +0/0.30	100.0 % +0/-0.14	99.87 % \pm 0.09	100.0 % +0/0.08	100.0 % +0/-0.07
Bruit (e ⁻ ENC)	12.5 \pm 0.1	11.6 \pm 0.1	12.3 \pm 0.1	10.6 \pm 0.1	13.6 \pm 0.1	12.1 \pm 0.1	14.0 \pm 0.1
S/N (pixel siege)	17.6 \pm 0.2	18.5 \pm 0.2	20.9 \pm 1.1	19.5 \pm 0.5	16.5 \pm 0.3	18.2 \pm 0.3	16.0 \pm 0.3

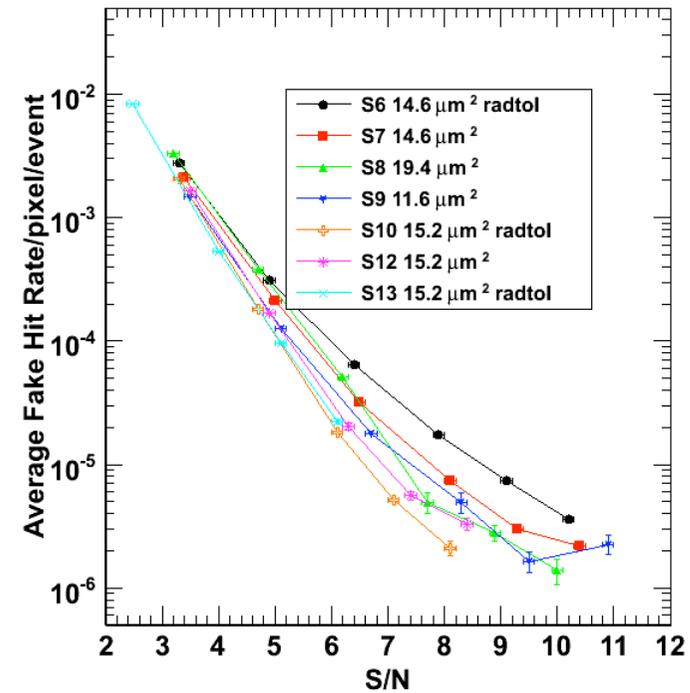
- eff. det. \sim 99.9 % pour ttes les ss matrices \Rightarrow architecture des pixels validée
- bruit similaire aux mesures en laboratoire
- Rapport S/N \sim 16-21
- résolution spatiale \sim 1.5 μ m

Performances des sorties numériques aux MIPs

M22 digital Efficiency for all sub arrays studied



M22 digital Fake Hit Rate for all sub arrays studied



- eff. det. $\sim 99.9\%$ à seuil bas pour toutes les ss-matrices
- taux de hits fantôme très faible ($O(10^{-4} - 10^{-5})$) avec eff. det. $\sim 100\%$
- résolution spatiale $\sim 3.5\ \mu\text{m}$ (attendu : $18.4/\sqrt{12}=5.3\ \mu\text{m}$)
⇒ les différents pixels ont des performances très satisfaisantes

Résultats M22 après irradiations (labo)

I r f u

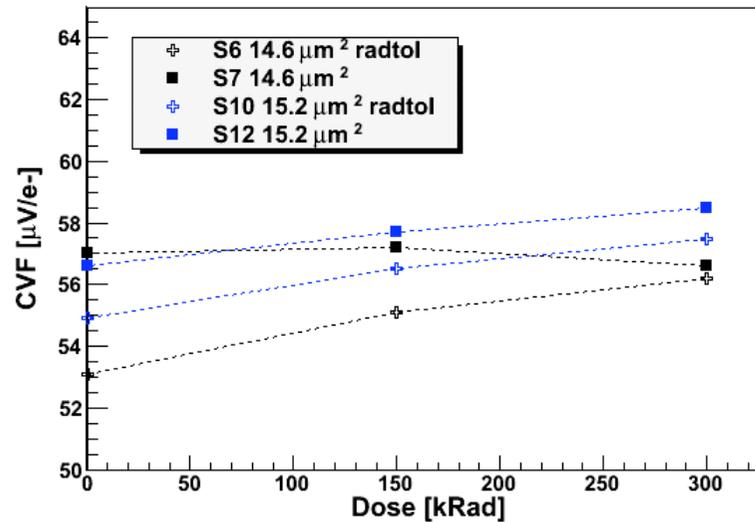


sacalay

dose annuelle @ DESY : ~3.5 kRad

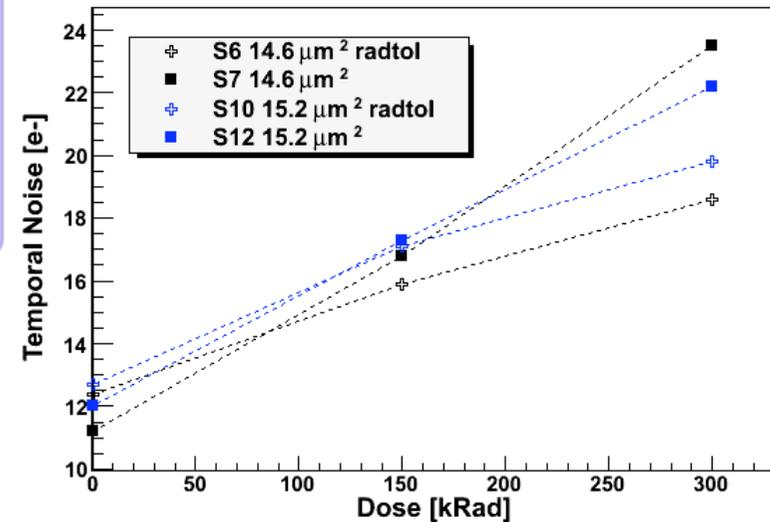
dose annuelle @ CERN / FermiLab :
~100 kRad

M22 : CVF vs Dose

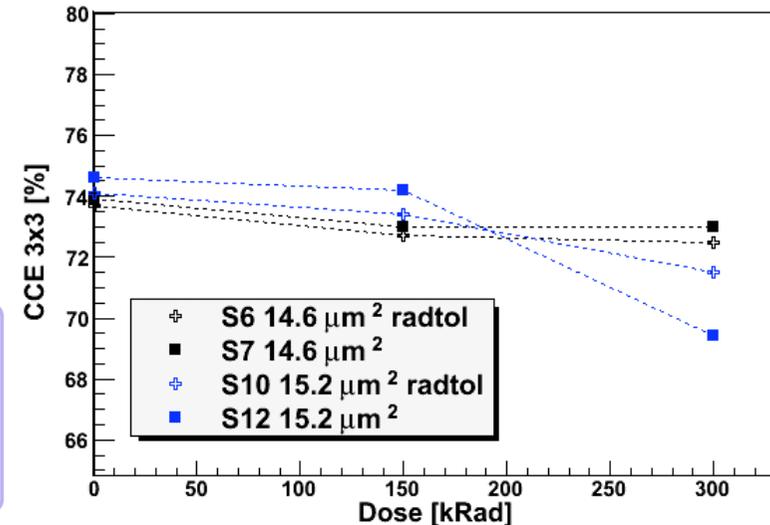


Bruit : 12 -> 16 -> 20 e⁻
coll. charge : non affectée

M22 : Temporal Noise vs Dose



M22 : CCE 3x3 vs Dose



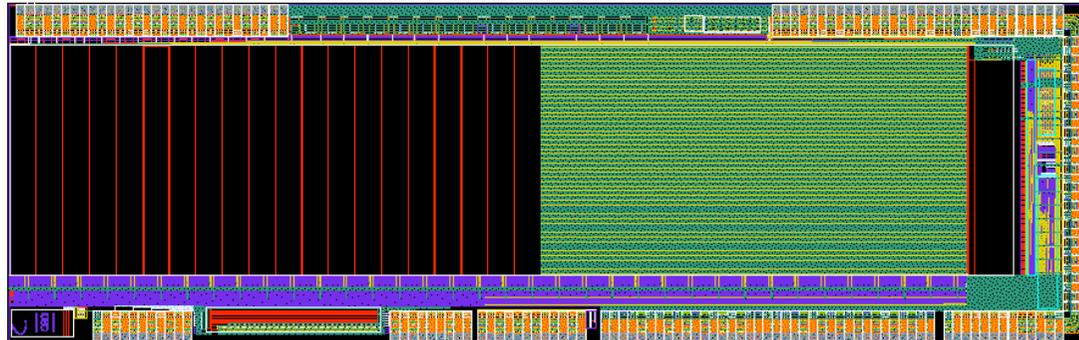
Mimosa 22 → Mimosa 22bis

I r f u

cea

saclay

- Valider les meilleures architectures de pixels de M22 sur une nouvelle soumission
- Améliorer les performances des pixels aux radiations



M22bis : description

Line #0-#159 :
structures de test

Taille des diodes provenant de M22 :
S6 : 4.3x3.4 μm^2
S10 & S13 : 3.85x3.95 μm^2

S0	160
S1	32
S2	32
S3	32
S4	32
S5	32
S10	32
S11	32
S12	32
S13	32
S14	32
S15	32
S16	32
S17	16
S18	16

faisceau

11.31 μm^2

14.62 μm^2

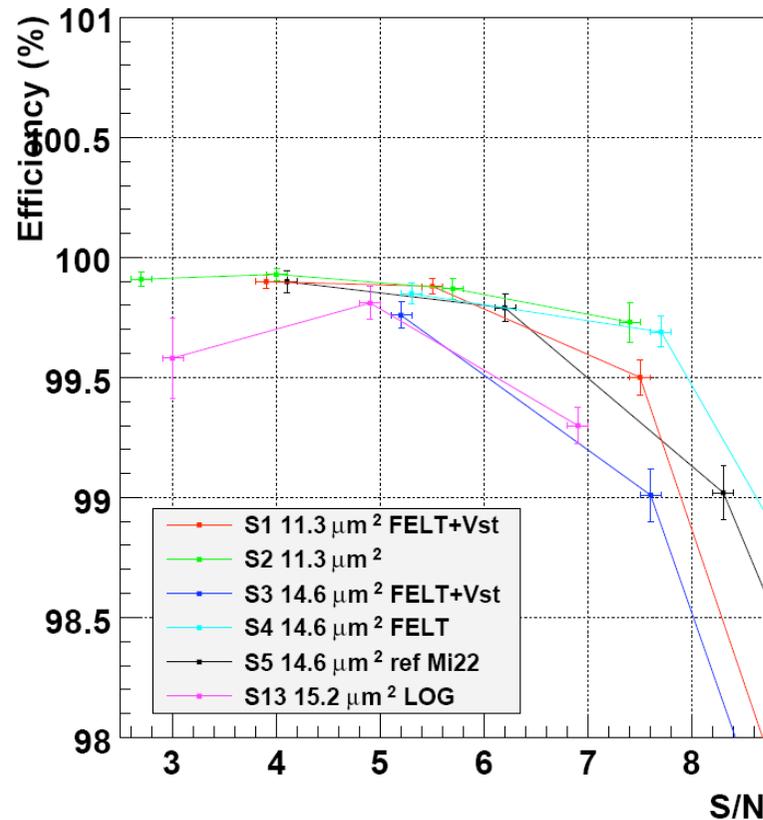
15.2 μm^2

15.2 μm^2

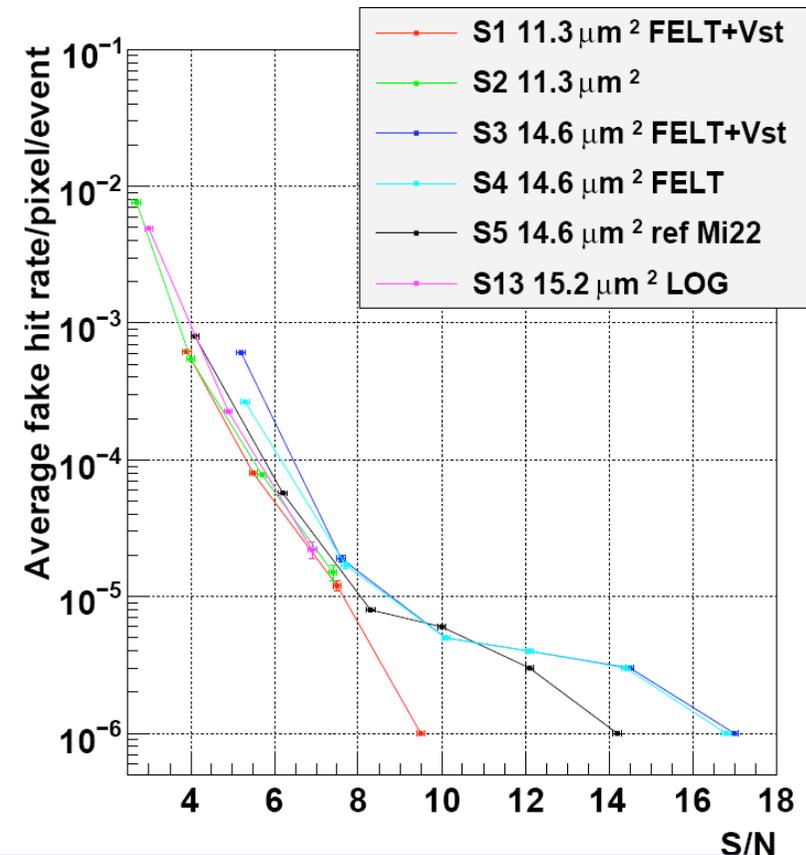
Pixel		Commentaires	
matrice	Polarisation		
S1	SB	Diode RadTol 3.1x3.65 FELT + VST	160
S2	SB	Diode 3.1x3.65 RadTol	192
S3	SB	S6 (mi22) + FELT + VST	224
S4	SB	S6 (mi22) FELT	256
S5	SB	S6 de MIMOSA22 référence	288
S10	SB	S13 (mi22) Gain + ~15%	320
S11	SB	S10 (mi22) Gain modifié	352
S12	SB	Like S13 grande diode Gain + ~15%.	384
S13	LOG	S13 (mi22) Gain + ~15%	416
S14	LOG	S10 (mi22) Gain modifié	448
S15	SB	Pixel avec nouvel ampli à 2 étages de gain. Le signal de sortie étant inversé.	480
S16	RST	S13 (mi22)) Gain + ~15%	512
S17	RST	S10 de MIMOSA22 (référence)	544
S18	RST	S10 (mi22) Gain modifié. non Rad-Tol.	560
			576

M22bis : Performances aux MIPs

M22bis digital Efficiency



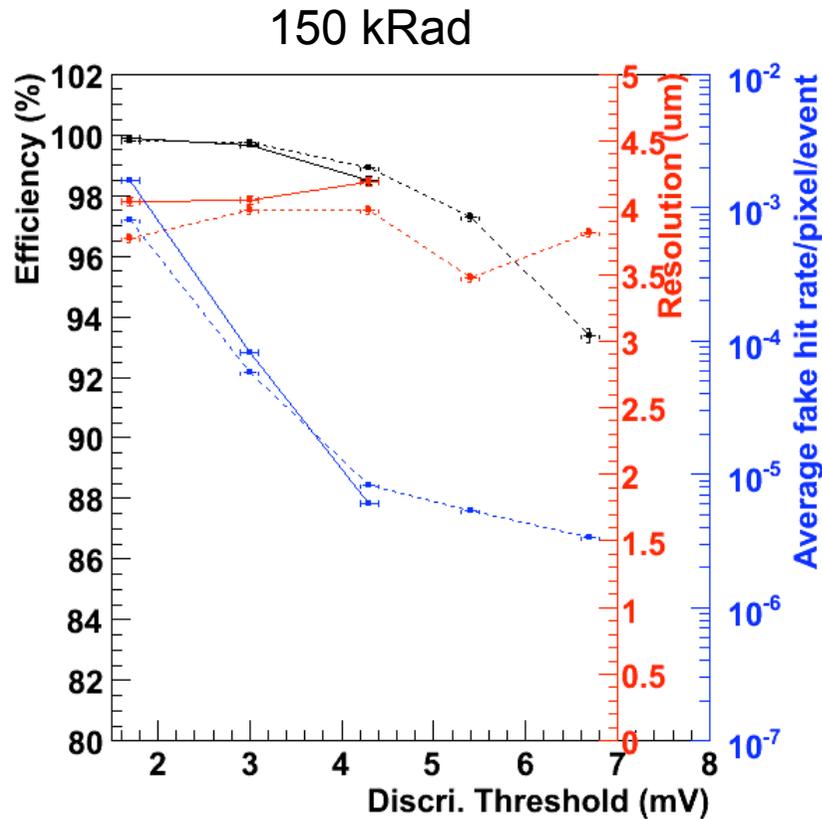
M22bis digital fake hit rate



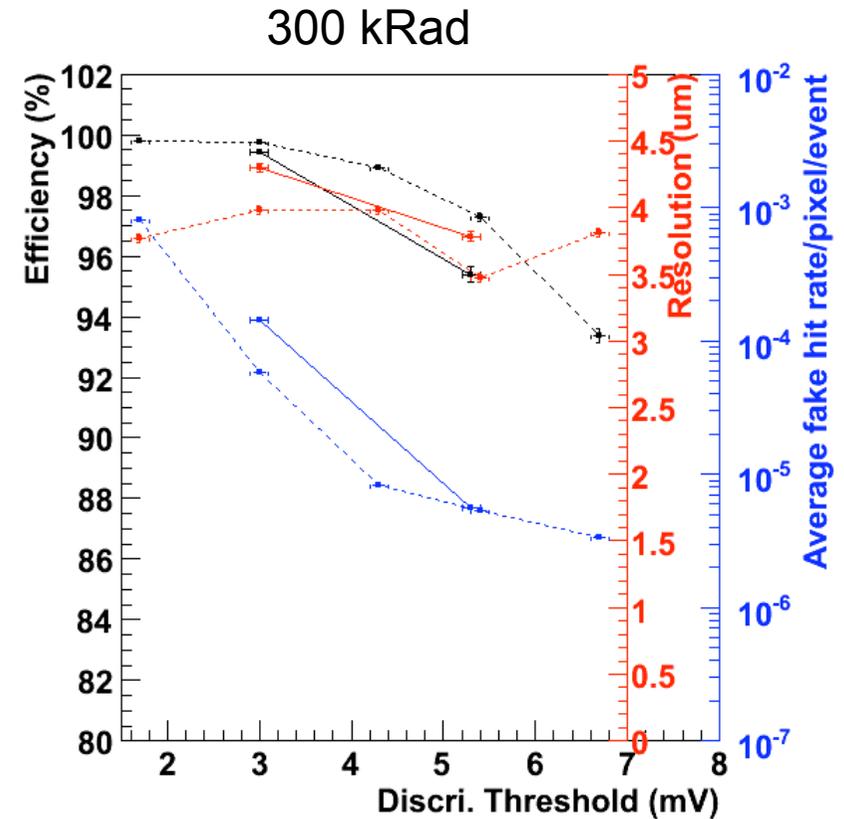
- eff. det. $\sim 99.9\%$ à seuil bas pour toutes les ss-matrices
- taux de hits fantôme très faible ($O(10^{-4} - 10^{-5})$) avec eff. det. $\sim 100\%$
- résolution spatiale $< 4\ \mu\text{m}$
⇒ les différents pixels ont des performances très satisfaisantes

M22bis : Résultats avant/après irradiation

M22bis 150kRad, 20° C digital S5. Efficiency, Fake rate and Resolution



M22bis 300kRad, 20° C digital S5. Efficiency, Fake rate and Resolution



- 150 kRad : résultats similaires à ceux sans irradiation (eff. det., fantôme)
- 300 kRad : la zone de travail se réduit.
⇒ détecteur utilisable sans dégradation des performances après une dose de 150 kRad

Conclusions

I r f u

cea

saclay

Bilans des résultats de M22/M22bis :

- Bruit temporel entre 10.7 et 14 e⁻
- Efficacité de détection > 99.9% (ana et avec des seuils de discri « bas »)
- Rapport Signal/Bruit : 16-21
- Résolution : 1.5 μm (ana.) - 3.5 μm (num.)
- taux de fantômes : $O(10^{-4} - 10^{-5})$ avec *eff. det.* ~ 100 %

Conclusions M22/M22bis :

- Matrice de pixels opérationnelle à fréquence nominale et température ambiante (20°C) en laboratoire comme en faisceau test
- Architecture à lecture rapide validée sur un grand chip
- Architectures de pixels avec bruit modéré & performances de détection satisfaisantes
- Bonne tolérance aux radiations démontrée

Conclusions / Perspectives

I r f u

cea

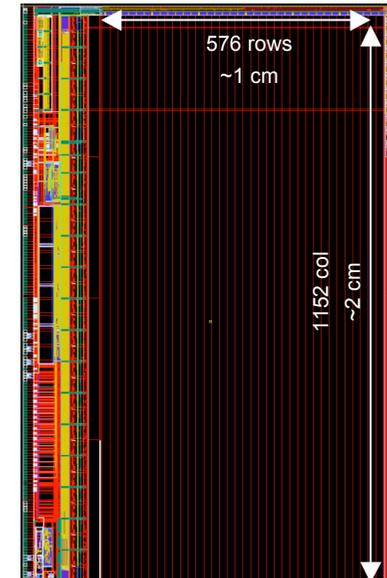
saclay

Vers le chip final d'EUDET :

➤ fin 2008: Chip final pour EUDET (MIMOSA26)

- extension de MIMOSA-22 x 9 + \emptyset -circuit (SUZE)
- 1152 col x 576 pixels (1x2 cm²) \Rightarrow run d'engineering
- temps de lecture pour tout le chip \sim 100 μ s

➤ Tests prévus pour mars 09



Vers l'ILC

- Vitesse de lecture : gagner un facteur 2 (pour la première couche)
- Améliorer encore la tolérance aux radiations
- Passer du discriminateur (1bit) à un ADC 4 ou 5 bits
- Projets intermédiaires (exemple : STAR)
- Exploration autres techno (exemple : 3D)

I r f u

cea

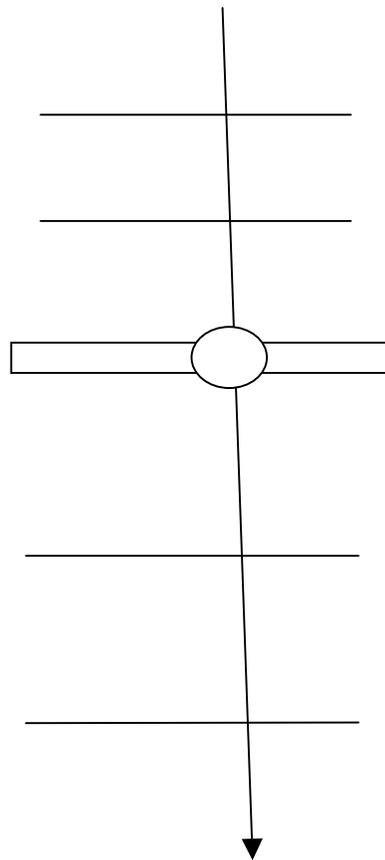
saclay

Merci de votre attention

Performances numériques aux MIPs

Efficacité de détection

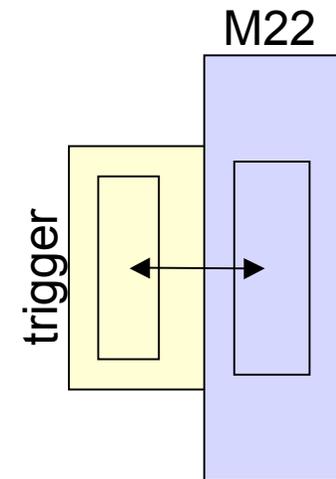
télescope



M22

Taux de hits fantôme

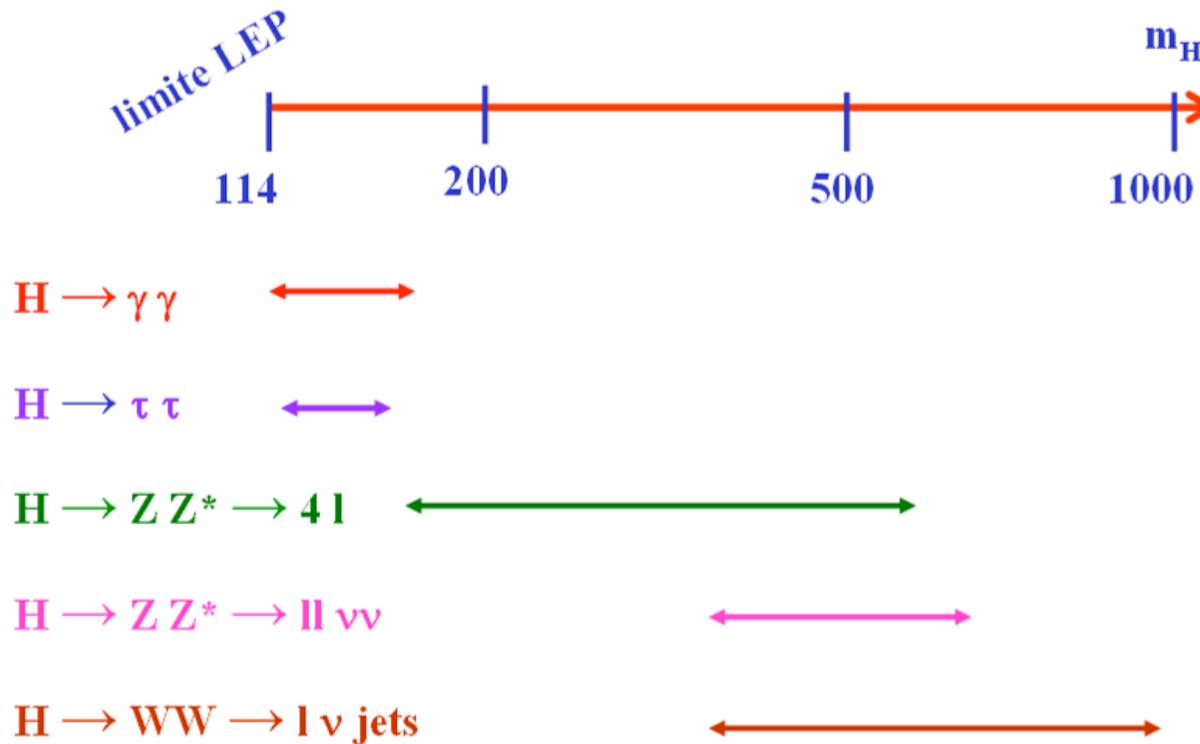
= probabilité qu'un pixel dans 1 ev^t passe le seuil du discriminateur accidentellement sans MIP.



CLIC versus LHC and ILC beam

	LHC		
	ATLAS VX	ILC	CLIC
Energy [TeV]	14	0.5	3
BX spacing [ns]	25	300	0.267
Nb of BX/train	2808	2820	220
train time duration	70 μ s	1ms	60 ns
Repetition rate [Hz]	40M	5	150
Nb of BX/s	36M	11400	33000
Hit/mm²/BX at 3cm	0.05	0.05	0.005

- Résumé des simulations : potentiel de découverte du Higgs standard (Atlas et CMS)

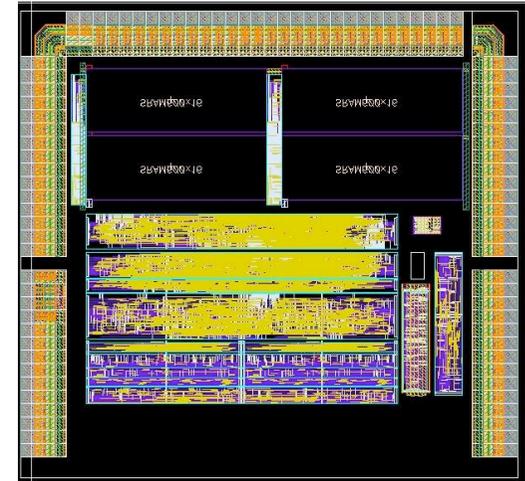


Après ~ 3 ans de fonctionnement toute la gamme est couverte.

Zero suppression Micro-Circuit : SUZE

1st chip (SUZE-01) with integrated \emptyset and output memories (no pixels) :

- 2 steps, raw by raw, logic :
 - × *step 1* (inside blocks of 64 columns) :
 - identify up to 6 series of ≤ 4 neighbour pixels / row
 - delivering signal $>$ discriminator threshold
 - × *step 2* : read-out outcome of step 1 in all blocks
 - and keep up to 9 series of ≤ 4 neighbour pixels
- 4 output memories (512 x 16 bits) taken from AMS I.P. lib.
- surface $\sim 3.9 \times 3.6 \text{ mm}^2$



Test results summary :

- Back from foundry end of sept.07 \rightarrow (lab) tests completed
- design performances reproduced up to 1.15 x design read-out frequency (T_{room}) :
Noise values as predicted, no pattern encoding error

Still to do : evaluate radiation tolerance of output memories

Progress on ADC developments and plans

Several different ADC architectures under development :

- LPCC (Clermont) : flash 4+1.5-bit ADC
 - 1st proto tested, 2nd proto back from foundry
- LPSC (Grenoble): Ampli + semi-flash (pipe-line) 5-bit ADC
 - 1st proto tested, 2nd proto under test
- IRFU (Saclay) : Ampli + Suc.App.R (4- and) 5-bit ADC
 - 1st proto under test
- IPHC (Strasbourg) : SAR 4-bit and Wilkinson 5-bit ADCs:
 - 1st proto submitted end October 06
 - 2eme proto submitted end 2008

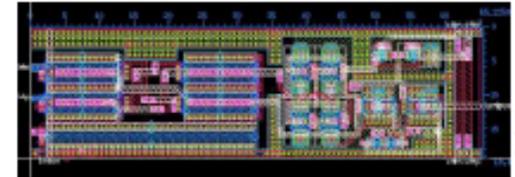
Present outcome of development :

- Typical differences between architectures :
 - ~ factor 2 in power & speed
- Observed pbs: loss of 1–2 bits (e.g. due to offset dispersion between columns)
 - solutions under study
 - ⇒ include enhanced signal amplification before ADC

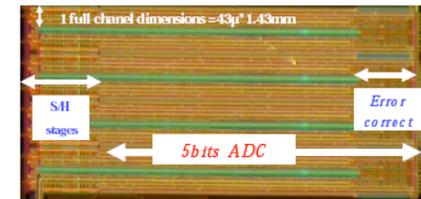
Next steps :

- Final ADC designs expected to come out in 2007
- Submission of 1st col. // pixel array proto equipped with ADCs &

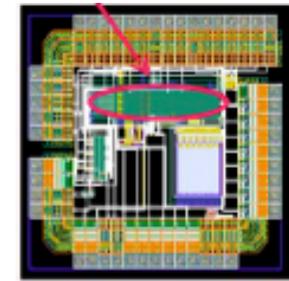
LPCC, new comparator

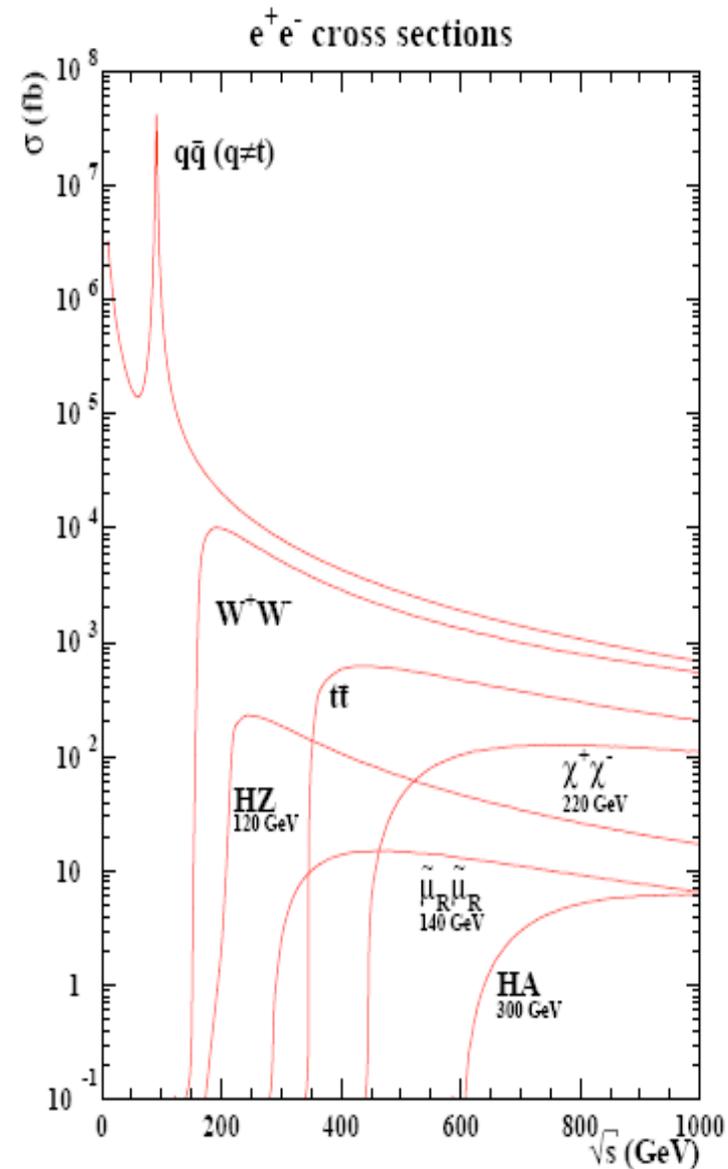
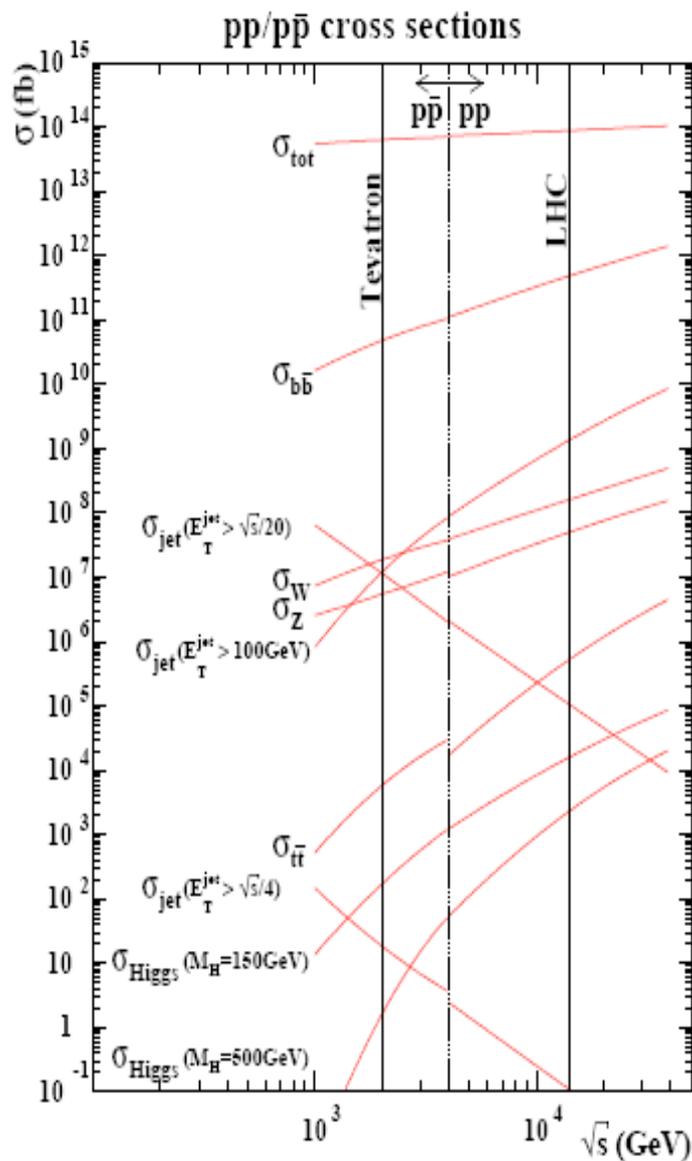


LPSC, 5-bit ADC



DAPNIA, 6 ADC in //





Les jalons physiques du projet

Physics Benchmarks for the ILC Detectors

M. Battaglia, T. Barklow, Y. Okada, S. Yamashita, P. Zerwas

6 Mars 2006, arXiv:hep-ex/060301v1

Process	Vertex	Tracking		Calorimetry		Fwd		Very Fwd	Integration				Pol.	
	σ_{IP}	$\delta p/p^2$	ϵ	δE	$\delta\theta, \delta\phi$	Trk	Cal	θ_{min}^e	δE_{jet}	M_{jj}	ℓ -Id	V^0 -Id		$Q_{jet/vtx}$
$ee \rightarrow Zh \rightarrow \ell\ell X$		x									x			
$ee \rightarrow Zh \rightarrow jjbb$	x	x	x			x				x	x			
$ee \rightarrow Zh, h \rightarrow bb/cc/\tau\tau$	x		x							x	x			
$ee \rightarrow Zh, h \rightarrow WW$	x		x		x				x	x	x			
$ee \rightarrow Zh, h \rightarrow \mu\mu$	x	x									x			
$ee \rightarrow Zh, h \rightarrow \gamma\gamma$				x	x		x							
$ee \rightarrow Zh, h \rightarrow invisible$			x			x	x							
$ee \rightarrow \nu\nu h$	x	x	x	x			x			x	x			
$ee \rightarrow tth$	x	x	x	x	x		x	x	x		x			
$ee \rightarrow Zhh, \nu\nu hh$	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
$ee \rightarrow WW$										x			x	
$ee \rightarrow \nu\nu WW/ZZ$						x	x		x	x	x			
$ee \rightarrow \tilde{e}_R \tilde{e}_R$ (Point 1)		x						x			x			x
$ee \rightarrow \tilde{\tau}_1 \tilde{\tau}_1$	x	x						x						
$ee \rightarrow \tilde{t}_1 \tilde{t}_1$	x	x							x	x		x		
$ee \rightarrow \tilde{\tau}_1 \tilde{\tau}_1$ (Point 3)	x	x			x	x	x	x	x					
$ee \rightarrow \tilde{\chi}_2^0 \tilde{\chi}_3^0$ (Point 5)									x	x				
$ee \rightarrow HA \rightarrow bbbb$	x	x								x	x			
$ee \rightarrow \tilde{\tau}_1 \tilde{\tau}_1$			x											
$\tilde{\chi}_1^0 \rightarrow \gamma + \cancel{E}$					x									
$\tilde{\chi}_1^\pm \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 + \pi_{soft}^\pm$			x					x						
$ee \rightarrow tt \rightarrow 6 jets$	x		x						x	x	x			
$ee \rightarrow ff [e, \mu, \tau; b, c]$	x		x				x		x		x		x	x
$ee \rightarrow \gamma G$ (ADD)				x	x			x						x
$ee \rightarrow KK \rightarrow f\bar{f}$		x									x			
$ee \rightarrow ee_{fwd}$						x	x	x						
$ee \rightarrow Z\gamma$		x		x	x	x	x							

Pourquoi un collisionneur linéaire ?

I r f u

cea

saclay

- Collision e^+e^- : réactions très simples
- État initial très bien défini
- Topologies plutôt simples de l'état final
- Ratio signal /fond favorable
- Environnement expérimental très propre
- Recherche de nouveaux phénomènes
« facile »
- Mesures & études de très grande précision

Le *particules* flow

I r f u



How to measure the energy of a jet?

sac

- Classical method: Calorimetry

- typical event: 30% electromagnetic and 70% hadronic energy

- typical resolution: $10\%/\sqrt{E}$ for Ecal and $50\%/\sqrt{E}$ for Hcal

- ⇒ $\Delta E/E > 45\%/\sqrt{E}$ for jets

- The particle flow method

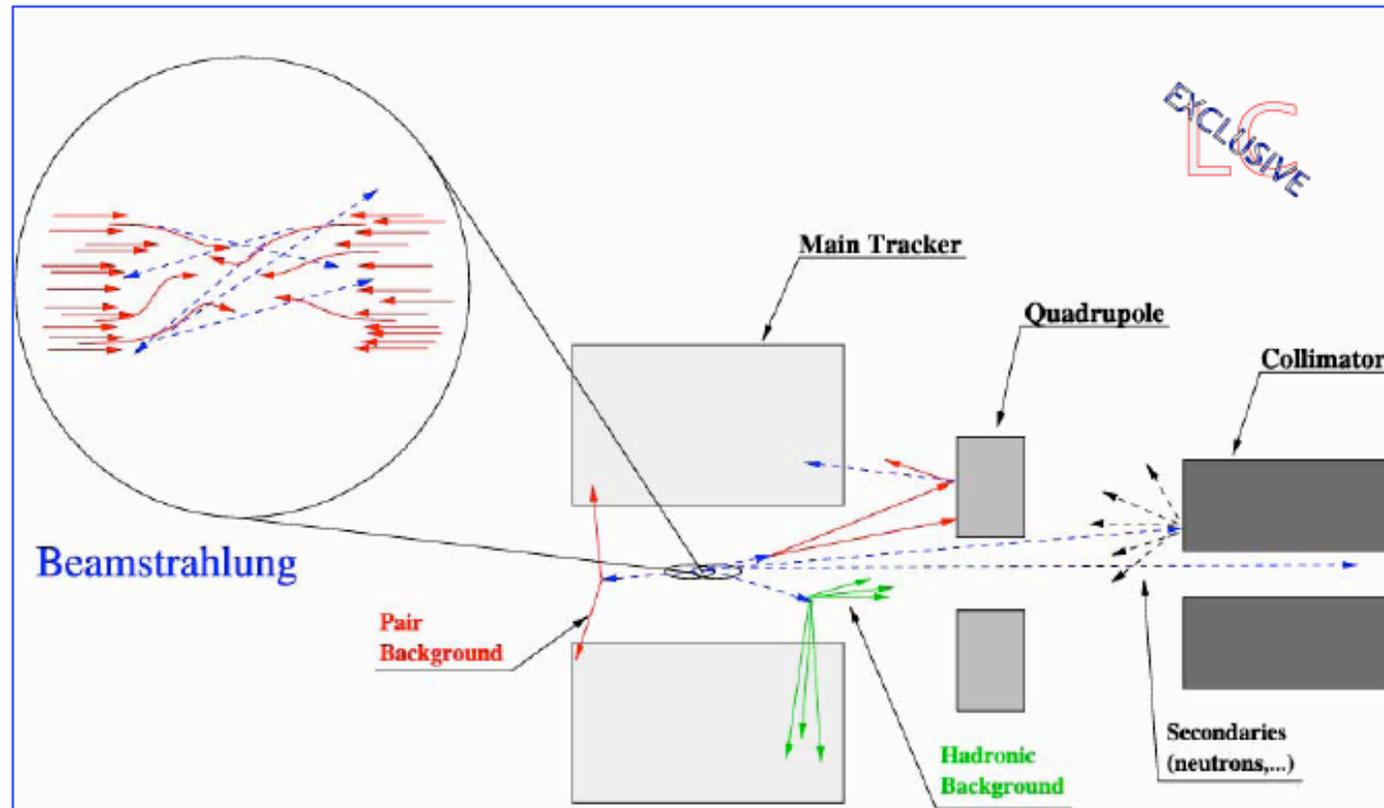
- typical event: 60% charged tracks 30% electromagnetic and 10% neutral hadronic energy

- tracking resolution negligible on this scale

- ⇒ $\Delta E/E = 20\%/\sqrt{E}$ for jets possible in principle

beamstrahlung

I r f u
cea
saclay

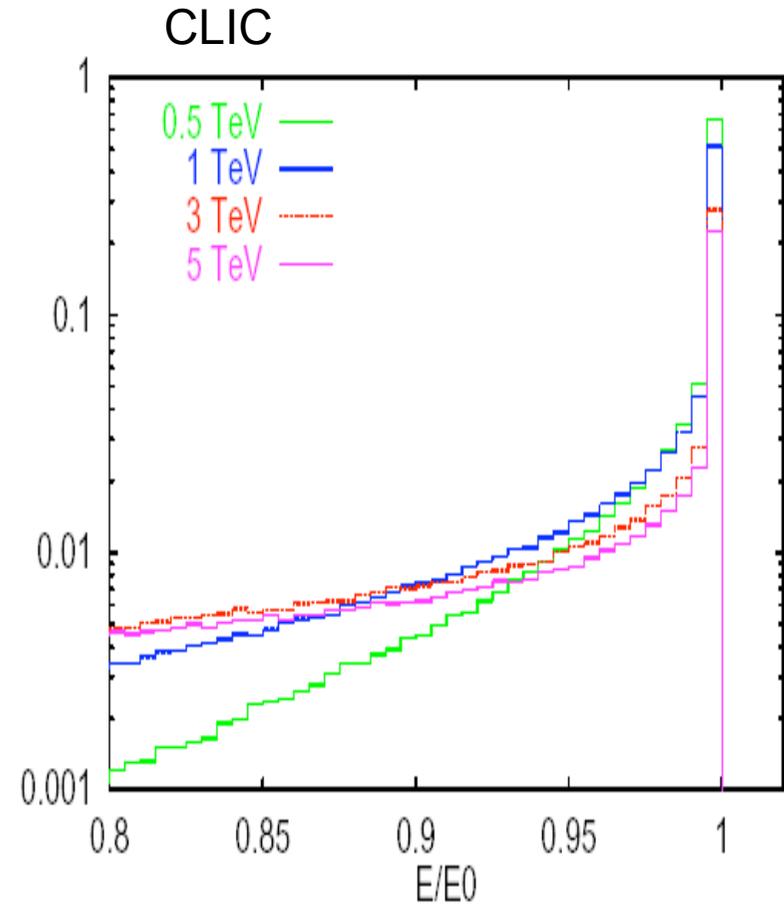
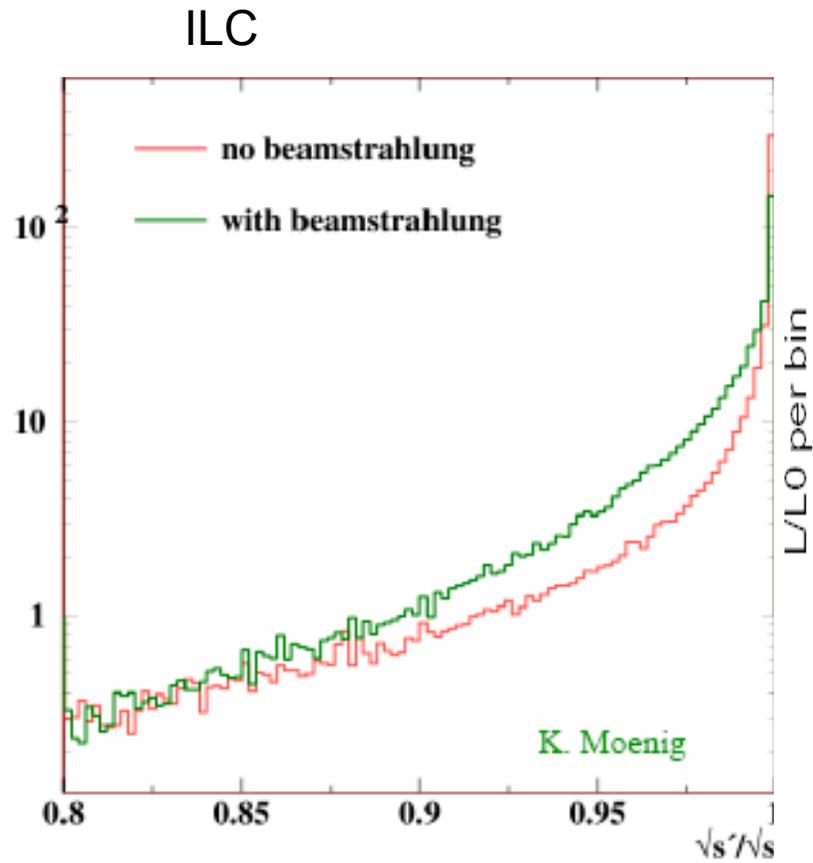


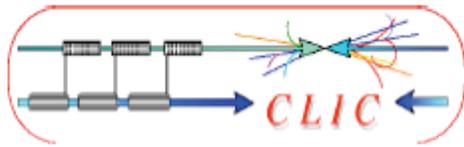
Beamstrahlung (2)

I r f u

cea

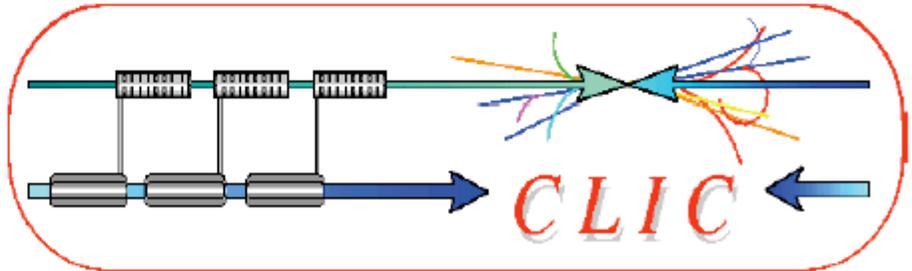
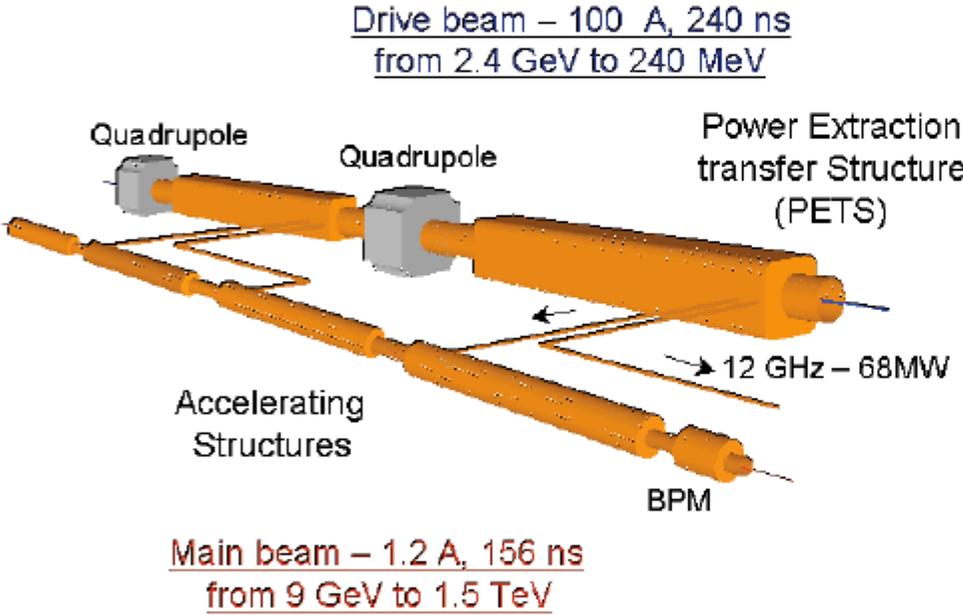
saclay



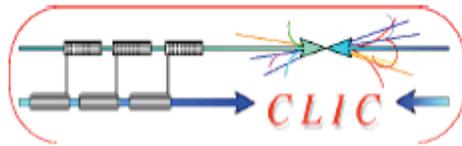


The CLIC Two Beam Scheme

- Two Beam Scheme:**
- Drive Beam supplies RF power**
- 12 GHz bunch structure
 - low energy (2.4 GeV - 240 MeV)
 - high current (100A)
- Main beam for physics**
- high energy (9 GeV – 1.5 TeV)
 - current 1.2 A



No individual RF power sources



CLIC time structure

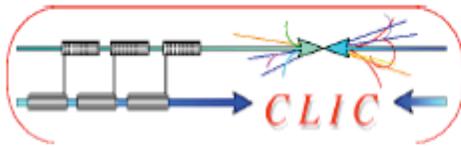
Train repetition rate 50 Hz



CLIC:	1 train = 312 bunches	0.5 ns apart	50 Hz
ILC:	1 train = 2820 bunches	337 ns apart	5 Hz

Consequences for CLIC detector:

- Assess need for detection layers with time-stamping
 - Innermost tracker layer with sub-ns resolution
 - Additional time-stamping layers for photons and for neutrons
- Readout electronics will be different from ILC
- Power pulsing at 50 Hz, instead of 5 Hz



Extrapolation ILC => CLIC

Full LDC detector simulation at 3 TeV

Simulation of e^+e^- pairs from beamstrahlung origin

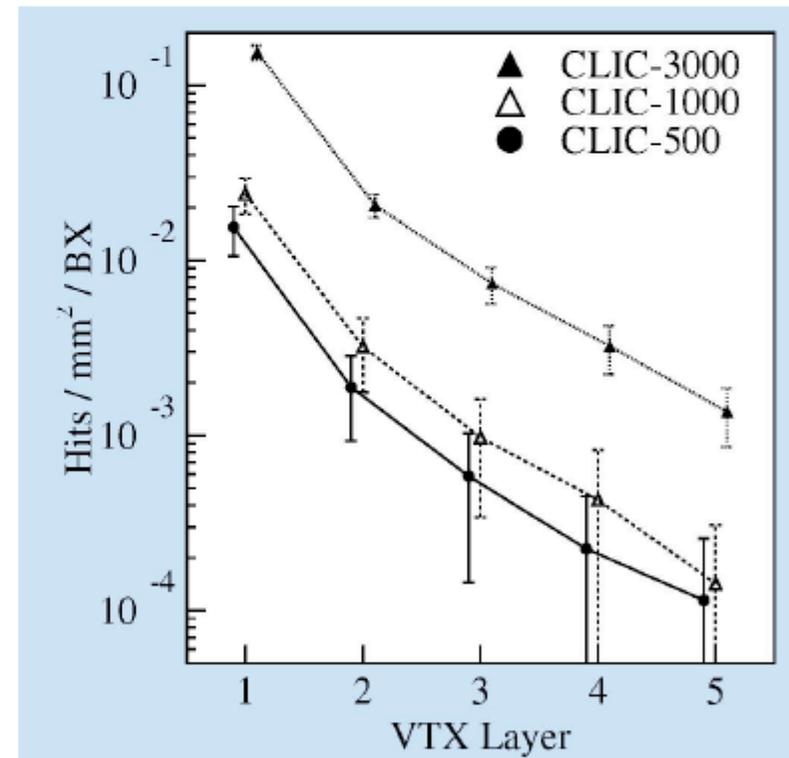
•Conclusion of the comparison:

- ILC, use 100 BX (1/20 bunch train)
- CLIC, use full bunch train (312 BX)

•CLIC VTX: $O(10)$ times more background

•CLIC TPC: $O(30)$ times more background

Courtesy: Adrian Vogel, DESY



LDC 3 TeV, with forward mask