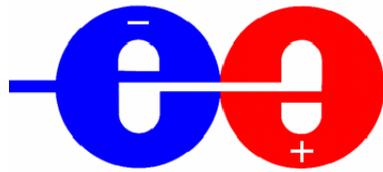


IN2P3

INSTITUT NATIONAL DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE
ET DE PHYSIQUE DES PARTICULES



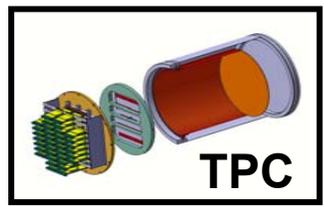
Worldwide Study of
the Physics and Detectors

for Future Linear
e⁻e⁺ Colliders

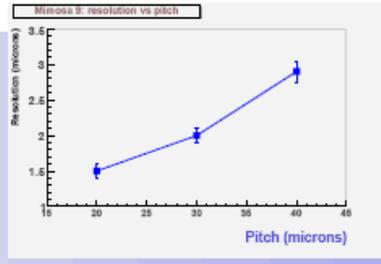


R&D Détecteurs pour l'ILC

Conseil Scientifique IN2P3

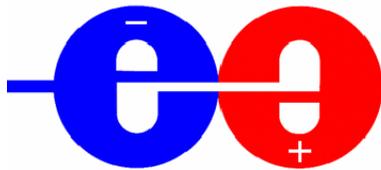


CMOS-VD



IN2P3

INSTITUT NATIONAL DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE
ET DE PHYSIQUE DES PARTICULES



Worldwide Study of
the Physics and Detectors

for Future Linear
e⁺e⁻ Colliders



R&D Détecteurs pour l'ILC

Coordination

IPHC Strasbourg	Marc Winter
IPN Lyon	Imad Laktineh
LAL Orsay	Philip Bambade, Vincent Lepeltier, François Richard
LAPP Annecy	Catherine Adloff, Yannis Karyotakis
LLR Palaiseau	Jean-Claude Brient, Henri Videau
LPC Clermont-Ferrand	Pascal Gay
LPNHE Paris	Aurore Savoy-Navarro
LPSC Grenoble	Jean-Yves Hostachy
Théorie	Abdelhak Djouadi
Dapnia Saclay	Pierre Lutz

<http://ilc.in2p3.fr/>

En France: R&D



<http://flc.in2p3.fr>

IN2P3

INSTITUT NATIONAL DE PHYSIQUE NUCLEAIRE
ET DE PHYSIQUE DES PARTICULES

dapnia
cea
saclay

Physique & Détecteurs

-A) Calorimétrie

Collaboration CALICE, Spkp. Jean-Claude Brient
IPNL, LAL, LAPP, LLR, LPC-Ct, LPSC

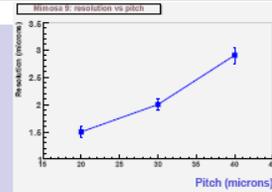
⇒ Voir l'exposé de J-C Brient



-B) Dét. de Vertex: CMOS

Collaborations bilatérales, Resp. Marc Winter
IPHC, LPSC, (+ Dapnia)

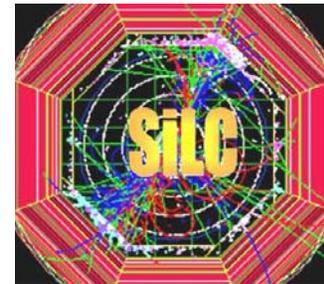
CMOS-VD



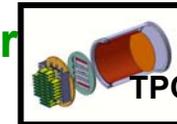
-C) Dét. de Traces: Silicium

Collaboration SiLC, Spkp. Aurore Savoy-Navarro

LAPP, LPNHE



-D) Dét. de Traces: TPC LAL, (+ Dapnia) Vincent Lepeltier



-E) Interface Machine Détecteur (en commun avec R&D Accélérateurs)

Collaborations multilatérales, Resp. Philip Bambade LAL

Financement Européen: EUDET (6ème PCRD)

R&D Détecteurs pour l'ILC

- Organisation: ILC, Physique, GDE, WWS, R&D détecteurs
Proto-collaborations, LOI, EDR
Collaboration européenne
- Microvertex CMOS
- Silicium
- TPC
- Interface Machine Détecteurs
- Demandes en budget et personnel
- Conclusions

Autorité: Comité ICFA **ILCSC**, chairman E. Iarocci

Le GDE (*Global Design Effort*) Executive Committee (**B. Barish** et al.) coordonne l'effort mondial de R&D pour la machine:

⇒ **Reference Design Report** en Avril 2007 (4 vols.)

a permis une Evaluation du **coût**

→ **Résumé**

→ **Physique à l'ILC**

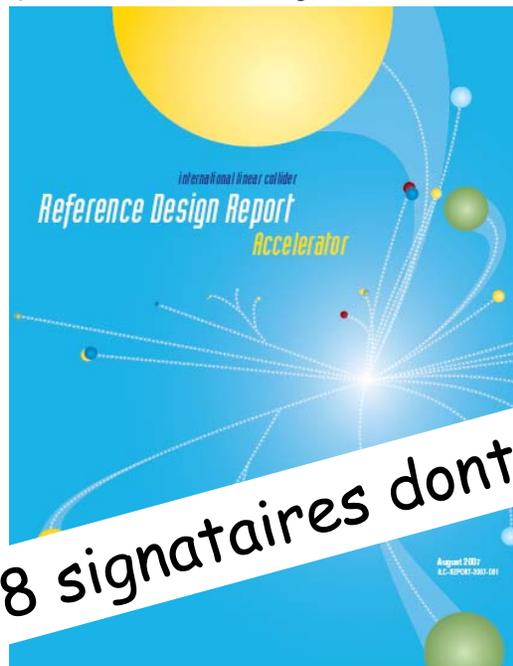
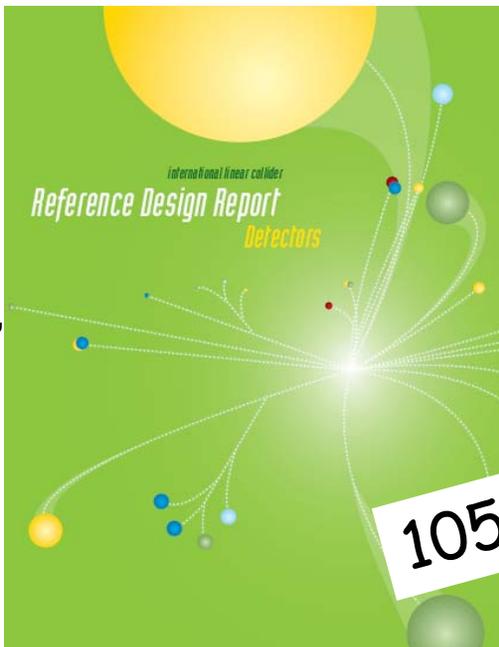
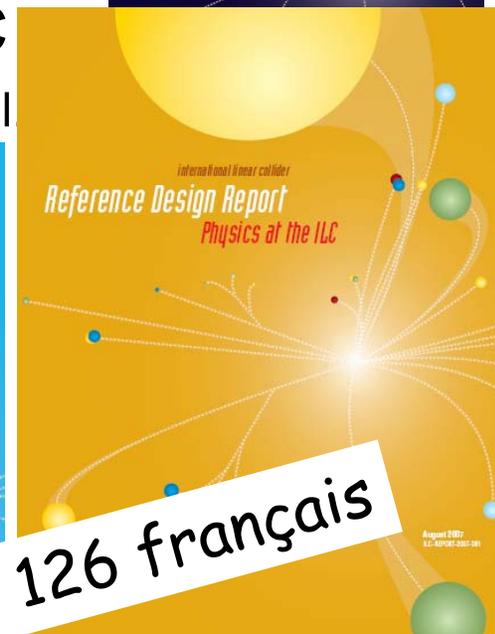
(éditeurs A. Djouadi et al)

→ **Accélérateurs**

→

Détecteurs

(H. Videau,
A. Savoy-Navarro,
J-C. Brient,
M. Winter...)

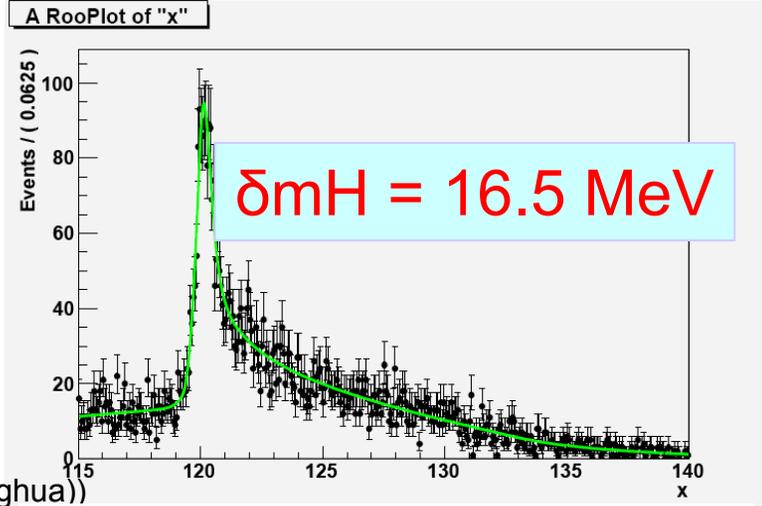


1058 signataires dont 126 français

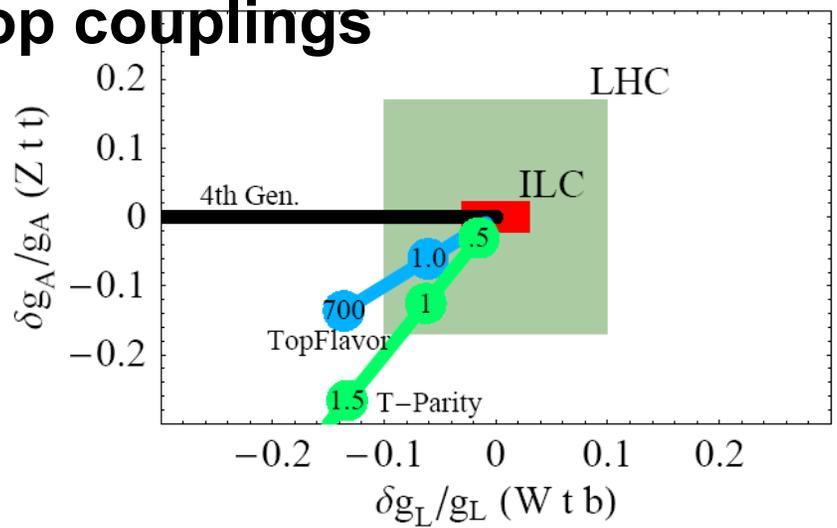
Physique à l'ILC:
mesures de précision
 donc **physique de découverte**

Exemples: **Higgs Invisible decay** →
 $(e^+e^- \rightarrow HZ \rightarrow \mu\mu H)$

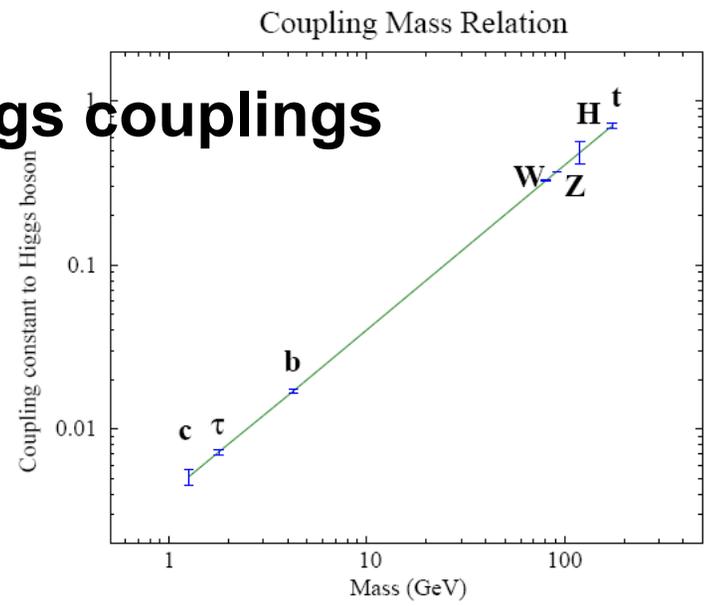
(Manqi Ruan, cotutelle Z. Zhang (LAL) & Y. Gao (Tsinghua))



Top couplings



Higgs couplings



Determination of SUSY parameters

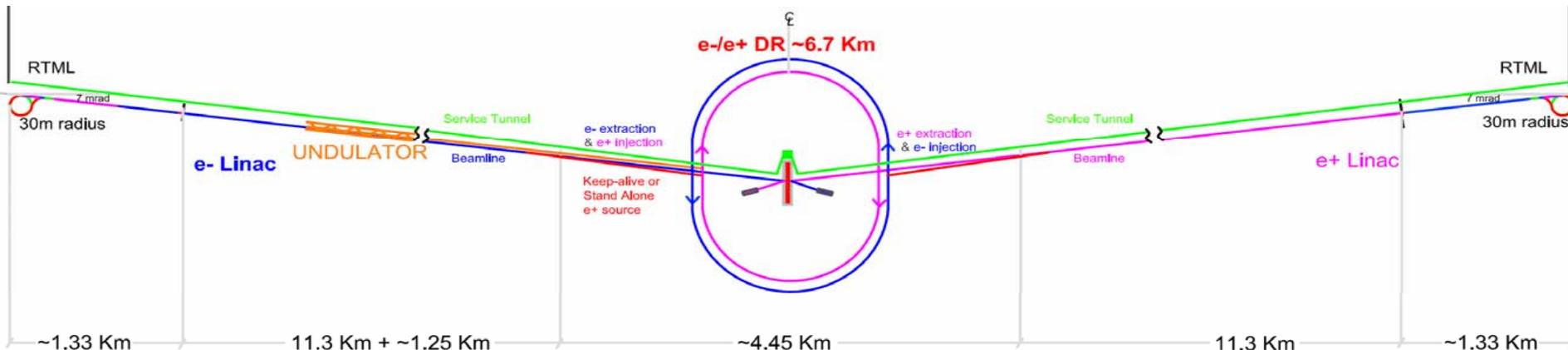
Example of mSUGRA, using all previous measurements at LHC/ILC

	SPS1a	LHC	ILC	LHC+ILC
m_0	100	100.03 ± 4.0	100.03 ± 0.09	100.04 ± 0.08
$m_{1/2}$	250	249.95 ± 1.8	250.02 ± 0.13	250.01 ± 0.11
$\tan \beta$	10	9.87 ± 1.3	9.98 ± 0.14	9.98 ± 0.14
A_0	-100	-99.29 ± 31.8	-98.26 ± 4.43	-98.25 ± 4.13

International Linear Collider ILC

Collisionneur électron-positron 200 à 500 GeV c.m,
 $L=2.10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{sec}^{-1}$, 500 fb^{-1} en 4 ans, Polarisation e- 80% (e+ 50%)

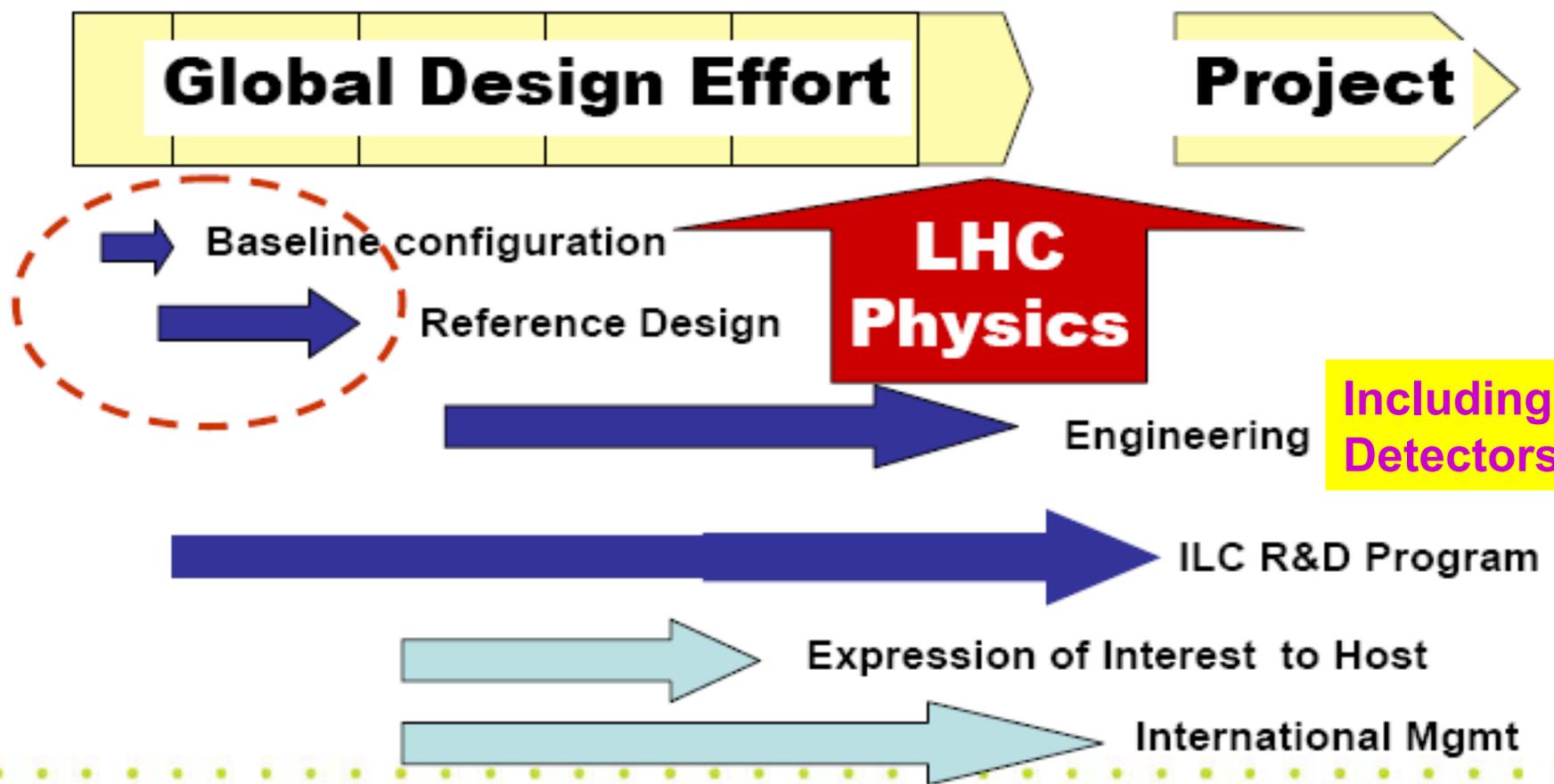
- Deux Linacs de 11km supra-conducteurs, 31.5 MV/m à 500 GeV
- Injection centralisée
 - Anneaux d'amortissement pour électrons et pour positrons
 - Source de positrons par onduleur
- Une seule région d'interactions, croisement à angle de 14 mrad
- Tunnel double pour la sécurité et la possibilité d'intervention
- 6,6 G\$ + 14000 personne•an: *“coût similaire à celui du LHC”*
- Extension programmée à 1 TeV



La suite: Engineering Design Report EDR – 2010

The GDE Plan and Schedule

2005 2006 2007 2008 2009 2010



Incidente:

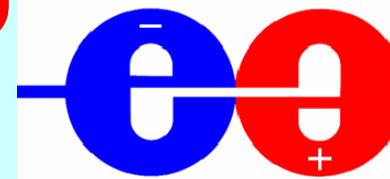
Que veut le DoE ?

- R. Orbach, sous-secrétaire US au DOE, à ALCPG07: tout en réaffirmant l'importance du projet (sa présence en témoigne) et son caractère international, il a rappelé:
- que pour la part US, il y a les règles du DoE à respecter
- qu'il souhaitait formaliser avec ses partenaires des autres régions les contributions respectives à la R&D

Conséquences: Il semble que la position US sur une première étape du projet sera définie au vu des résultats du LHC (ou du Tevatron)

mais... il s'agit bien d'un projet international





3 Co-responsables nommés par l'ILCSC, (et ex-officio membres du GDE):

François Richard, Orsay, **Jim Brau**, Oregon, **Hitoshi Yamamoto**, Tohoku.

- **A) Groupes de travail: Physique, Détecteurs:** ex: Calorimetry
- **B) Organisation des Workshops LCWS** Européen, Mondial, Ecole d'été
LCWS 04 organisée à Paris
- **C) Reference Design Report: -Physique - Détecteurs pour ILC**
- **D) ILC Detector R&D Panel**
 - enregistre et critique l'état des R&D, souligne les manques,
 - suit l'évaluation des R&D: Tracker *faite*
Calorimétrie *faite*
Détecteurs de Vertex *en cours*
- **E) Réorganisation en vue des lettres d'intention**

Organisation mondiale de la R&D Physique & Détecteurs



La WWS a défini une «roadmap»:

nouvelle organisation de la préparation de la physique à l'ILC

<http://physics.uoregon.edu/~lc/wwstud/>

- Nomination du Directeur de la Recherche, **Sakue Yamada**
 - Appel à des LOI (Letters of Intent) lancé par ILCSC cet été 2007
 - ces LOI doivent parvenir à l'ILCSC au 1^{er} octobre 2008
- Elles seront examinées par un comité international

IDAG (Int. Advisory Detector Group), nommé conjointement par ILCSC et le Directeur de la Recherche,

- afin d'aboutir à l'organisation de 2 proto-collaborations préparant, à partir de 2009, chacune un EDR (Engineering Design Report) en phase avec la machine
- *Suivi futur des R&D détecteurs par IDAG*

Nécessité de prototypes avancés pour les EDR

Les LOI permettront d'affiner les études de physique

au moyen de réactions de référence simulées dans les détecteurs

Performances des détecteurs ILC

En comparaison avec un détecteur LEP:

- **Résolution en énergie sur les jets x2**: $30\%/\sqrt{E_{\text{jet}}}$
 - mesure séparée des chargés, des photons et des hadrons
 - reconstruction au moyen d'un algorithme de Particle Flow
 - très fine granularité des calorimètres, grand nombre de canaux
 - jets à l'avant, herméticité
- **Mesure des impulsions x10**: $\delta p_t/p_t^2 = a \oplus b/(p_t \sin \theta)$ $a=4 \cdot 10^{-5}$, $b = 1 \cdot 10^{-3}$
et séparation des traces
- **Mesure des vertex déplacés x5**: tagger les quarks **charmés**
$$\sigma_{\text{ip}} = a \oplus b/p_t$$
 $a < 5(\mu\text{m})$, $b < 10(\mu\text{m} \cdot \text{GeV})$
précision et ultra-minceur
- **Interface avec la machine**: angle de X, faisceaux extraits, paires...
Deux expériences pour une interaction: mécanisme de push-pull
scénarios de montage, interaction avec l'engineering de la machine

...nécessitent des R&D spécifiques

Concepts de Détecteurs



Worldwide Study of
the Physics and Detectors

for Future Linear
e⁺e⁻ Colliders

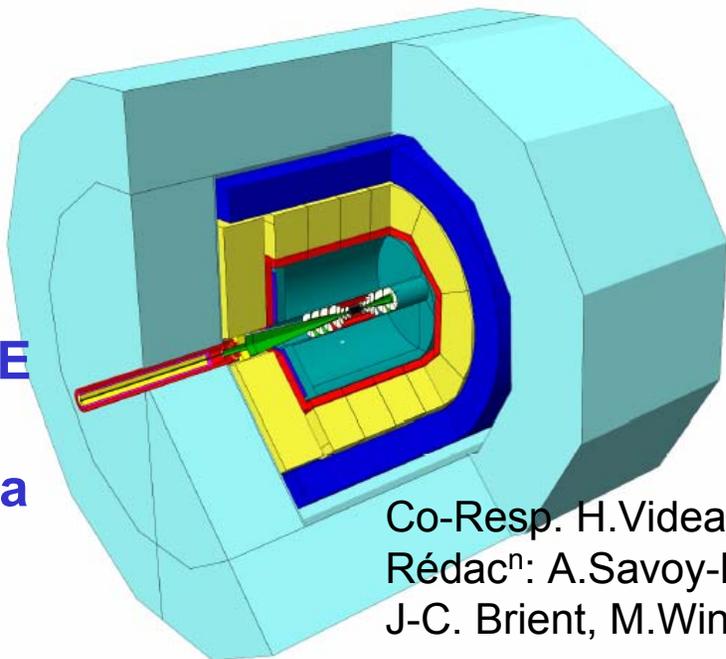
Pas encore des collaborations,
générer des LOI EN 2008 ⇒

EDR en 2010 (Engineering Design Rep)

Au niveau R&D, il y a des groupes IN2P3 dans:

Large Detector Concept
4Teslas, Si-W calo, TPC&Si Trk

IReS
IPNL
LAL
LLR
LPC
LPNHE
LPSC
Dapnia

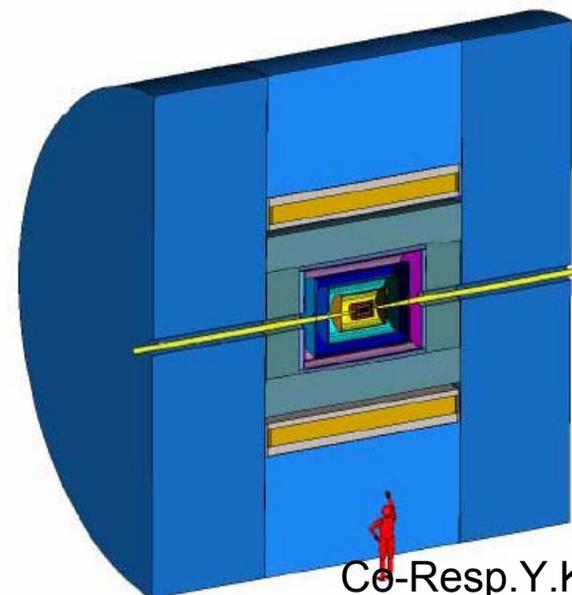


Co-Resp. H.Videau
Rédacⁿ: A.Savoy-N.
J-C. Brient, M.Winter

fusion avec GLD ⇒ **ILD**
optimisation des paramètres



5Teslas, Si calo et Si tracker



LAPP
LPNHE
Dapnia

Co-Resp. Y.Karyotakis

Detector R&D towards the International Linear Collider

I3 - Integrated Infrastructure Initiative – 4 ans - 2006-2009

Partenaires français: LPC-Ct, LPSC, LPNHE, Ec.Pol., LAL, IReS, (+CEA)

Executive board:

Aurore Savoy-Navarro/Henri Videau

Scientific Committee:

Christophe De La Taille

Budget: 21.5 million Euro total

7.0 million Euro EU contribution

Manpower: 57 FTE total

17 FTE funded by EU



Networking Activities, Transnational Access,
& **Joint Research Activities (JRA)**

JRA1: Testbeam Infrastructure ... - Pixel beam telescope

- ▶ 6/8 layers of MAPS detectors (IPHC, Dapnia)

JRA2: Tracking Detectors

- Large TPC prototype **Micromegas systems (Dapnia, LAL)**
- Silicon tracking: (coord: A Savoy-Navarro) **mechanical structure & cooling (LPNHE)**
multiplexed deep submicron FE electronics (LPNHE, LAPP)

JRA3: Calorimeter (co-resp.: Ch. DeLaTaille)

- **ECAL:**
 - ▶ **scalable prototype with tungsten absorbers, Si-sensors & readout chips (LLR, LAL)**
- **HCAL:**
 - ▶ **scalable prototype LAL, LLR, IPNL, LAPP**
- **FE Electronics and Data Acquisition System LAL, LAPP, LPC-Ct, LPSC, IPNL**



Soumission à FP7 en préparation:

R&D ILC partie d'un programme R&D détecteurs Physique des Particules

Research Director's Report

Where are we now ?



Sakue Yamada during the closing plenary at ALCPG.

It has been several weeks since I last wrote for *ILC NewsLine*, right after becoming the Research Director. Since then, I had many occasions to talk with more people. Each meeting or telephone conversation was fresh to me. Through these discussions, I realised that some of the given charges are more urgent or fundamental, while the main task does not change. [Read more...](#)

-- Sakue Yamada

[Research Director's Report Archive](#)

Calendar

Upcoming meetings, conferences, workshops

[ILC EDMS Power User Training](#)
DESY
26-30 November 2007

[International Vacuum Symposium, IVS-2007](#)
Homi Bhabha Auditorium, TIFR, Colaba, Mumbai, India

Feature Story

**More scientists read *ILC NewsLine*, survey says...
...and they want more physics stories!**



What do *NewsLine* readers think? (Photo DESY)

Last September, the ILC communicators conducted a survey about your favourite newsletter. Who are its readers? Are they satisfied with the content? Survey answers that you are mostly scientists who would like more stories about physics. Unfortunately, many of you do not know how to get your stories into *NewsLine* yet. [Read more...](#)

-- Perrine Royole-Degieux



Image of the Week

French ILC meeting

Despite a national transport strike, many collaborators from the French detector and physics community met this week at Clermont-Ferrand (LPC/IN2P3) for their biannual SOCLE meeting



Director's Corner

The importance of carefully planned infrastructure

Last week, I gave a colloquium about the ILC at CERN. This is a very interesting time to be at CERN. There is a buzz in the air and an impressive amount of intense activity, as final preparations are underway for the LHC start-up,



The elaborate infrastructure around the ATLAS detector at CERN

scheduled for next summer. I had the opportunity to see much of this activity first hand, both for the accelerator and the experiments. Of course there is much for us to learn from the LHC: the scale is comparable to that of the ILC and many of the issues and even some of the technology are similar. As we begin to undertake our own detailed technical design for the ILC, we want to be as realistic as possible. From that standpoint, the single strongest impression I took away from this visit to CERN is the sheer magnitude of the infrastructure required to support these facilities. [Read more...](#)

-- Barry Barish

[Director's Corner Archive](#)

Announcements

Early edition of *NewsLine* this week

Due to the Thanksgiving Holiday in the United States this Thursday, the

R&D Détecteurs pour l'ILC

- Organisation: ILC, Physique, GDE, WWS, R&D détecteurs
Proto-collaborations, LOI, EDR
Collaboration européenne
- **Microvertex CMOS**
- Silicium
- TPC
- Interface Machine Détecteurs
- Demandes en budget et personnel
- Conclusions

Optimisation de Capteurs CMOS pour

un Détecteur de Vertex à l'ILC

Marc Winter IPHC Strasbourg

laboratoires IN2P3 du projet LPSC/Grenoble, IPHC/Strasbourg

instituts collaborant : DAPNIA/Saclay, DESY, Uni. Hamburg, JINR-Dubna

contributions hors ILC : IPN/Lyon, Uni. Frankfurt, GSI-Darmstadt, STAR cc

Détecteurs pixels de petite dimensions

très précis, très minces, très proches du faisceau
résistants aux radiations (paires)

→ technologie CMOS, couche de détection épitaxiale

Développement en parallèle de 3 parties du capteur :

- matrice de pixels groupés en colonnes lues en // avec CDS/pixel & sorties discriminées
- ADC 4-5 bits destinés à remplacer les discriminateurs
- µcircuits suppression de 0 (Ø) et mémoires de sortie

Approche en 2 étapes

1) Dévt de capteurs pour des applications à moyen terme (2009)

↪ moins exigeant que ILC (2 couches int.), mais ~ OK pour 3 couches ext. :

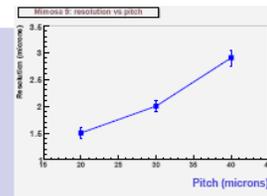
- ◇ EUDET: $1 \times 2 \text{ cm}^2$, $t_{r.o.} \sim 100 \mu\text{s}$, encodage binaire (discr.) du signal ;
- ◇ STAR: $2 \times 2 \text{ cm}^2$, $t_{r.o.} \sim 200 \mu\text{s}$, encodage binaire (discr.) du signal ;

↪ exploitation en conditions expérimentales réelles dès 2009/2011

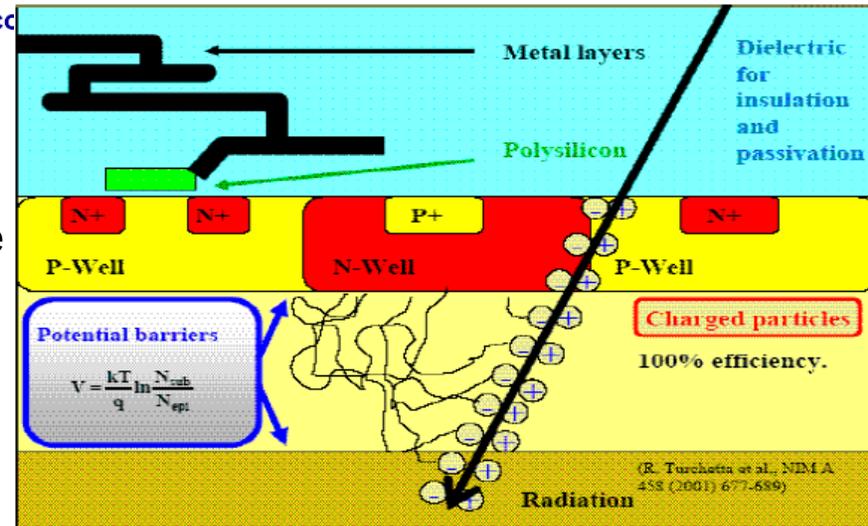
2) Dévt de capteurs adaptés à l'ILC (surtout couches int.) en extrapolant des capteurs de EUDET & STAR:

- ◇ augmenter la fréquence lecture de ~ 50 %
- ◇ remplacer les discr. par des ADC

CMOS-VD



PASSAGE DEVANT R&D PANEL SUR VERTEX DETECTORS, ALCPG'07, octobre 2007



Résultats actuels

Efficacité > 99.5 – 99.9% @ 10^{-5} fantômes

Résolution $\sim < 1 \mu\text{m}$, (MIMOSA-18 : 512×512 pixels
 10 μm pitch, analog output, S/N 30)

$< 2 \mu\text{m}$ avec ADC 4 bits \rightarrow

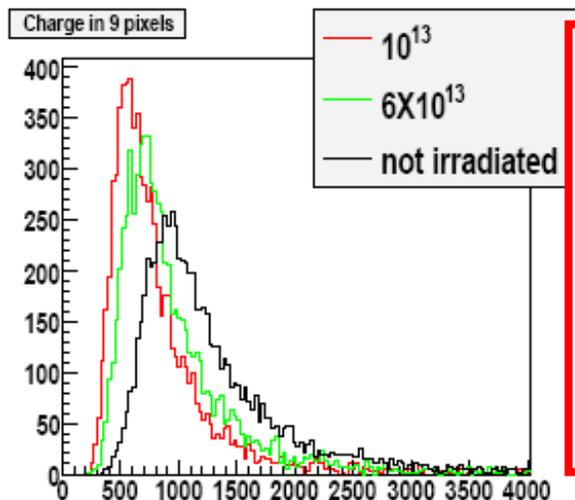
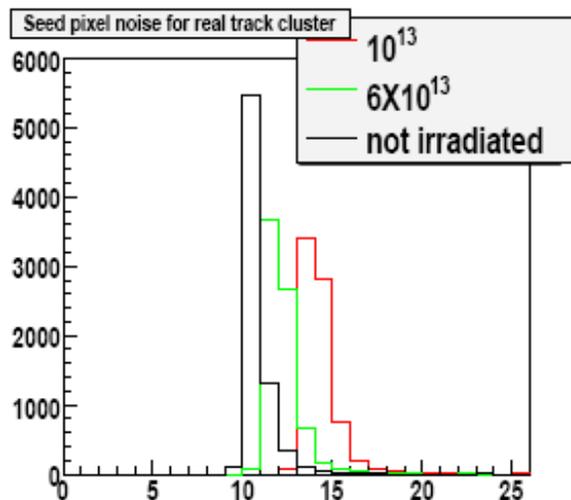
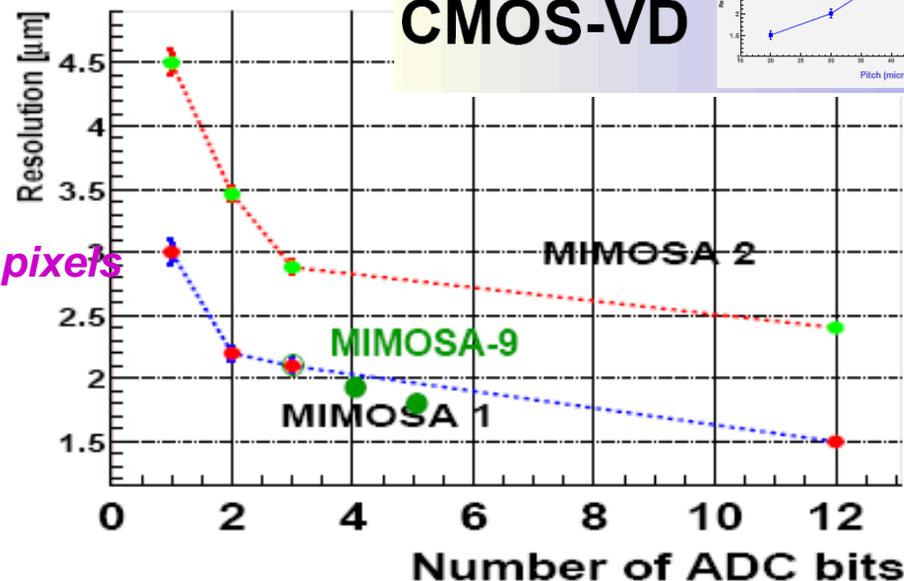
Tolérance aux radiations (AMS-0.35 opto)

- ionisantes: 1 MRad $- 10^{13} \text{ e}^- 10 \text{ MeV /cm}^2$ OK
- non-ionisantes (été-automne 2007):

MIMOSA-18 irradié with $10^{13} \text{ O}(1 \text{ MeV}) \text{ n/cm}^2$ (+ 100–200 kRad gas)

testé avec des pions de 120 GeV au SPS : $1 \cdot 10^{13} \text{ Neq/cm}^2 \rightarrow \text{eff.det.} = 99.5 \pm 0.1 \%$

CMOS-VD



Conclusion:
 les capteurs CMOS sont adaptés à **5 à 10 ans de fonctionnement à l'ILC**,
 même si le bdf de la machine (beamstrahlung) est 3 à 5 fois supérieur aux prédictions du Monte-Carlo GUINEAPIG

Utilisations de MIMOSAs

⇒ New pixel telescope: T.A.P.I.

- ◇ 3 or 4 MIMOSA-17 or/and -18 sensors (more in future)
- ◇ Commissioning in June '07 at DESY
- ◇ Real data taking in Sep. & Nov. '07 at CERN-SPS
- ◇ R.o. freq. ~ 10 (M-18) or 25 frames/s (M-17)
- ◇ Running in front of Si-strip telescope ▷▷▷▷▷ ▷▷▷▷

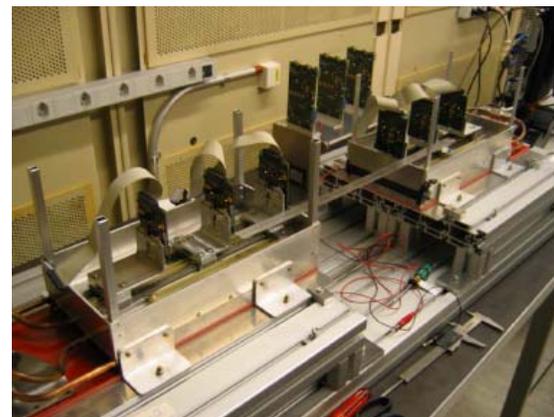
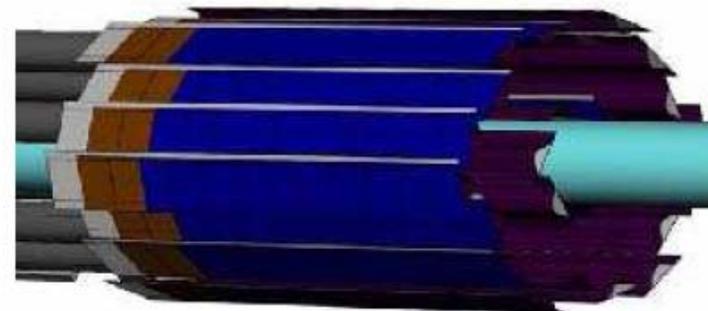
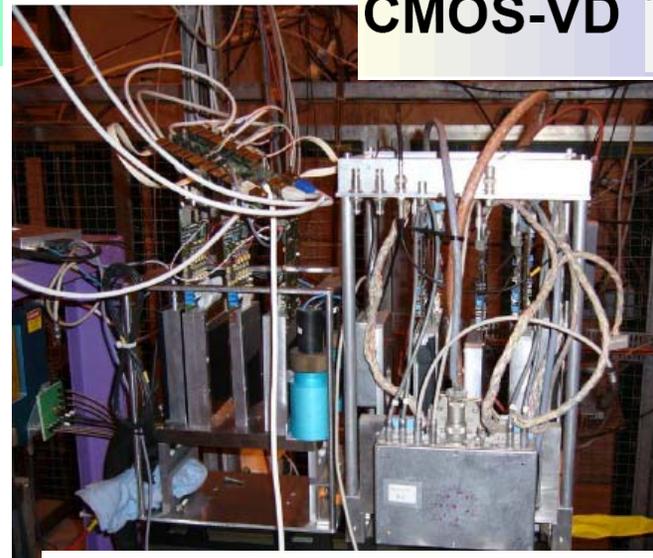
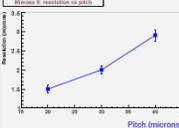
■ Vertex Detector upgrade for STAR expt at RHIC

- ⇒ 2 cylindrical layers : $\sim 1600 \text{ cm}^2$
- ⇒ $\gtrsim 160$ million pixels ($\leq 30 \mu\text{m}$ pitch)
- ⇒ 3 steps :
 - ▷▷ 2007: telescope (3 MIMO-14) \rightarrow BG meast, no pick-up !
 - ◇ 2008/09: digital outputs without \emptyset ($\leq 640 \mu\text{s}$)
 - ◇ 2010/11: digital outputs with integrated \emptyset ($\leq 200 \mu\text{s}$)

Beam telescope (FP6 project EUDET)

- ⇒ 2 arms of 3 planes (plus 1 high resolution plane)
- ⇒ provide $\lesssim 1 \mu\text{m}$ resolution on 3 GeV e^- beam (DESY)
- ⇒ 2 steps :
 - ▷▷ 2007: analog outputs
 - \rightarrow telescope commissioned & running ($\lesssim 100$ tracks / frame)
 - \rightarrow used by non JRA-1 members at SPS (e.g. SILC)
 - ◇ 2008/09: digital outputs with integ. \emptyset ($\sim 100 \mu\text{s}$)

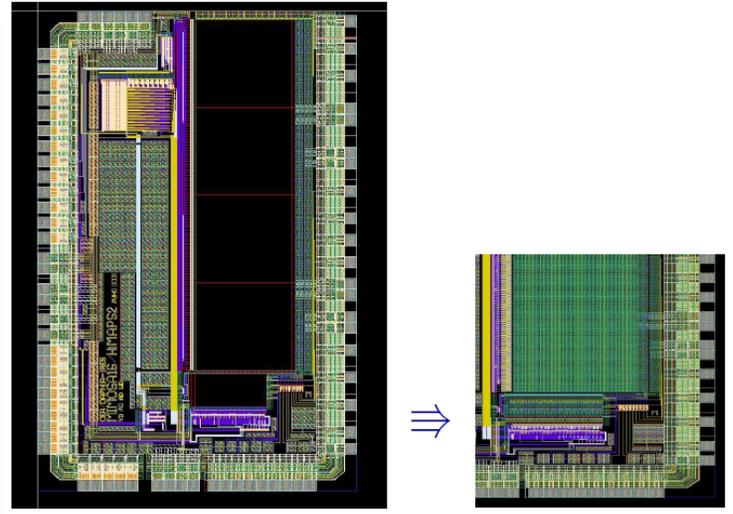
CMOS-VD





MIMOSA-16 design features :

- AMS-0.35 OPTO translation of MIMOSA-8
 $\hookrightarrow \sim 11\text{--}15 \mu\text{m}$ epitaxy instead of $\lesssim 7 \mu\text{m}$
- 32 // columns of 128 pixels (pitch: $25 \mu\text{m}$)
- on-pixel CDS (DS at end of each column)
- 24 columns ended with discriminator

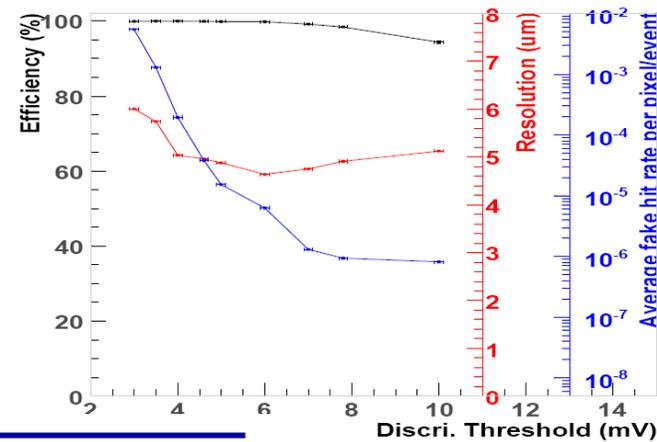


M.i.p. detection with Si-stip telescope studied at CERN in Sept. '07 \rightarrow

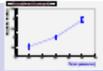
- π^- beam of $\sim 180 \text{ GeV}/c$

Noise performance satisfactory (like MIMOSA-8 and -15)

Efficiency , fake rate and resolution excellent



Discr. Threshold	det. efficiency	fake rate	sgle pt resolution
4 mV	99.96 ± 0.03 (stat) %	$\sim 2 \cdot 10^{-4}$	$\sim 4.8\text{--}5.0 \mu\text{m}$
6 mV	99.88 ± 0.05 (stat) %	$< 10^{-5}$	$\sim 4.6 \mu\text{m}$

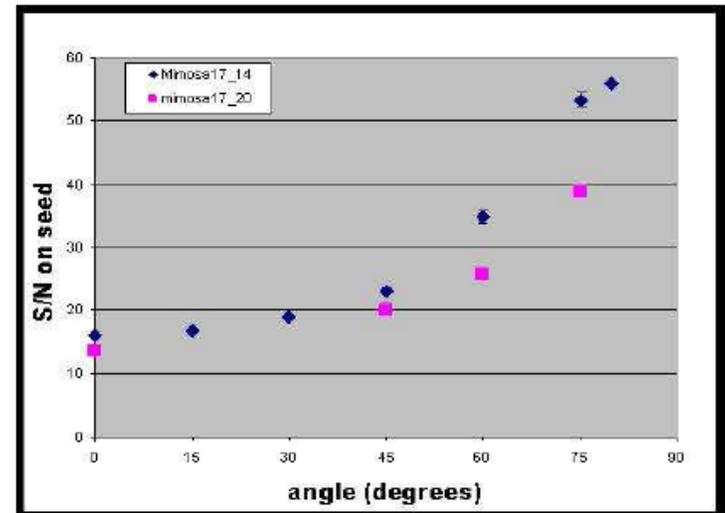
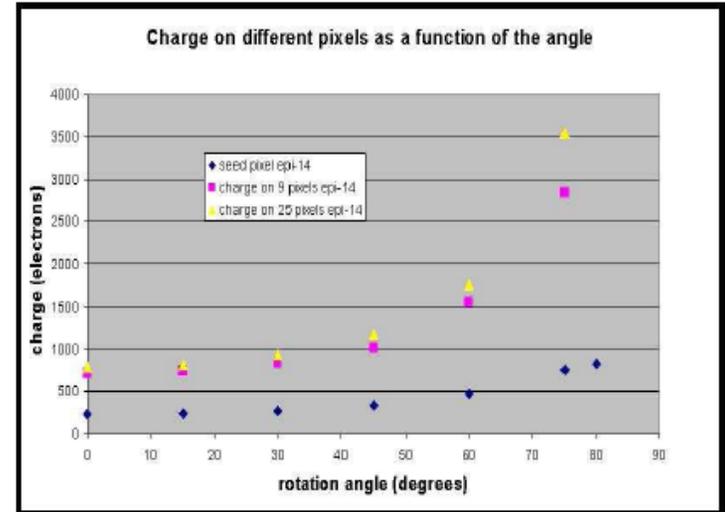


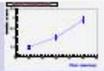
Motivation

- ⇨ simulate clusters from particles produced at shallow angle or from low e_{BS}^{\pm} (low $p \rightarrow$ curling in ϕ)
- ⇨ collect cluster data at various angles \rightarrow data base
- ⇨ adapt signal processing μ circuits and cluster rec. algo. to inclined tracks : 2–3 seed pixels, large signal, large clusters, ...

Measurements performed with TAPI at CERN-SPS

- ⇨ MIMOSA-17 (30 μm pitch, rad. tol. pixel), T_{room}
- ⇨ measure Q , S/N , σ_{sp} , σ_{θ} at $\theta = 0, 15, 30, 45, 60, 75, > 80^{\circ}$
- ⇨ set-up data base for complete VD simulations (Lol)
- ⇨ model cluster characteristics vs p & θ for "fast" VD simul.
- ⇨ work performed together with Lukazc Maczewski (Warsaw) (also: gyroscopic sensor support installed on DESY beam)

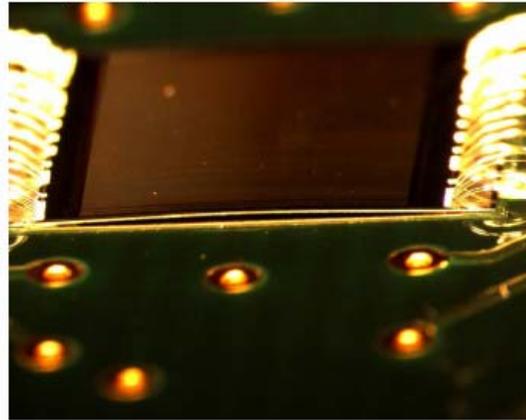
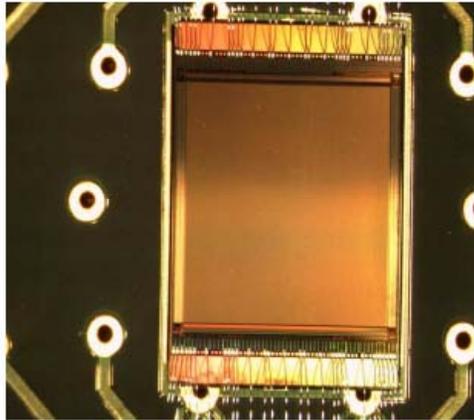




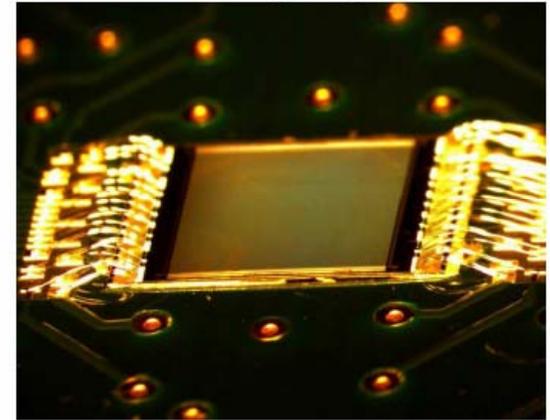
■ Thinning of AMS-0.35 engineering run reticles :

- ⊗ Thinning performed by APTEK (S.F. bay) via LBNL (STAR coll.)
- ⊗ Thickness claimed by provider : $50 \mu\text{m}$ \rightarrow measured with IPHC bonding machine : $\sim 50\text{--}70 \mu\text{m}$
- ⊗ MIMOSA-18 ($5.5 \times 7.5 \text{ mm}^2$) & -17 ($8 \times 9 \text{ mm}^2$) mounted on PCB for tests \rightarrow keep them flat !

MIMOSA-18: First gluing trial



Second gluing trial

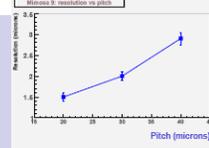


- ⊗ Tests with ^{55}Fe source show no performance loss (noise, gain)
- ⊗ Tests of MIMOSA-18 mounted on TAPI with $120 \text{ GeV } \pi^-$ at CERN-SPS (Nov. '07) \rightarrow no performance loss observed $\rightarrow \epsilon_{\text{det}} = 99.79 \pm 0.15 \%$ (prelim.)

■ Preliminary conclusion : Thinning down to $\sim 50 \mu\text{m}$ seems on a good track

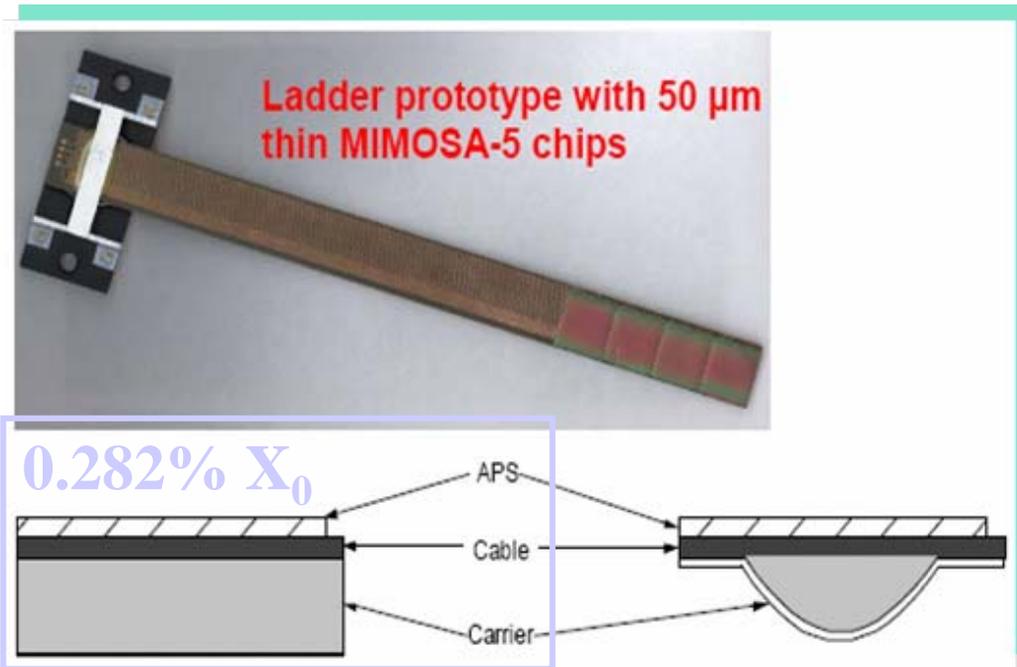
STAR HFT Ladder (LBNL)

CMOS-VD



Program of engineering design, construction and characterization of full ladder equipped with back-thinned CMOS pixel sensors based on experience from STAR HFT project and in collaboration with them;

STAR Low mass carrier: $50\mu\text{m CFC} + 3.2\text{mm RVC} + 50\mu\text{m CFC}$ ($=0.11\% X_0$);



<u>Component</u>	<u>Thickness</u> (% X ₀)
Pixel Chip	0.054
Adhesive	0.014
Kapton Cable	0.090
Adhesive	0.014
Carrier	0.110
Total	0.282

Pour ILC, il faut encore gagner un facteur ~ 2

Projets pour 2008

► Dévt de l'architecture rapide à colonnes traitées en parallèle avec sorties numérisées:

- plusieurs ADC (SAR, flash, semi-flash, Wilkinson)

 e LPSC (Grenoble): Ampli + ADC semi-flash (pipe-line) 5- et 4-bit pour 2 colonnes

 e DAPNIA (Saclay): Ampli + ADC SAR (4- et) 5-bit

 e IPHC (Strasbourg): ACDs SAR 4-bit et Wilkinson 4-bit

- 1 capteur avec sorties numérisées et \emptyset intég. : MIMOSA-22
 et 1 petit capteur avec ADC intégré

- micro-circuit de suppression des zéros plus rapide que SUZE-01 : SUZE-02
 (SUZE-01 en cours de tests, résultats fin 2007)

► Caractérisation d'une nouvelle technologie: AMS-0.18 OPTO 30 Keuros

► Amincissement à 40 μm - essais aux USA, à Dalian (Chine), etc. 10 Keuros

Total ILC 150 Keuros

et en 2008/2009

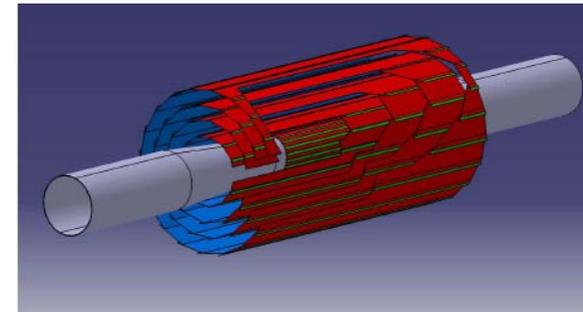
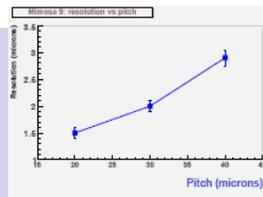
► investiguer Si/CVD et techniques d'intégration 3D (*coll. Fraunhofer, FNAL et LIA Japon, SLHC, ...*)

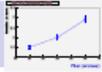
► investiguer support et extraction de chaleur
 en diamant CVD aluminisé

► investiguer le **dessin complet** de VD pour ILD, et pour SiD

► puis réalisation d'une échelle ILC prototype

CMOS-VD





■ Ressources humaines engagées sur la R&D des capteurs CMOS-ILC à l'IN2P3:

◇ **IPHC (réparties sur 5 projets):** ~ 8 ETP sur VD (ILC)

12 concepteurs μ circuits (dt 3 doct., 1 post-doc) – 4 ing. tests – 6 phys. (dt 2 MC, 3 doct.)

◇ **LPSC:** 1.6 concepteurs μ circuits & DAS – 0.2 phys.

⇒ **Total des ressources humaines ~ 11 ETP**

■ Besoins en personnels (IPHC) dans les ~ 2 années à venir:

⊗ 1 IE ou IR concepteur de μ circuits

⊗ 1 T pour tests de μ circuits

⊗ ~ 1 phys. + 1 post-doc pour affiner le cahier des charges et la géométrie du VD \rightarrow Lol, EDR !

Résumé des publications

	2007	2006	2005	2004	2003	2002
Eur.Phys.J.	1	-	-	-	-	-
IEEE TNS/Sens.	2	2	2	2	5	1
Nucl.Instr.Meth.	2	4	4	1	1	1
Ultramicro.	1	-	-	-	-	-
Int.Electro. Letters	-	1	-	-	-	-



■ Partie des demandes étiquetée "ILC" :

Catégorie	IPHC	LPSC	Total
Prestations externes	60 kE	17 kE	77 kE
Fonc. & Petit équipt	10 kE	4 kE	14 kE
Equipement	10 kE	–	10 kE
Sous-total	80 kE	21 kE	101 kE
Missions	25 kE	4 kE	29 kE
TOTAL	105 kE	25 kE	130 kE

■ Autres sources de financement :

- ⊗ en synergie directe avec l'ILC : EUDET, CBM (GSI), coll. avec DAPNIA
- ⊗ en synergie indirecte avec l'ILC : STAR (DoE), imagerie (industrie, DAT-IN2P3), CPER

■ Projections budgétaires: → échelle complète \gtrsim 2010

2008 : 77 (prest. ext.) + 14 (fonc.) + 10 (equip.) + 29 (missions) = 130 keuros (préliminaire)

> 2008 : besoins \sim identiques (à 20 % près) si les partenaires financiers actuels maintiennent leur intérêt

■ Renforcements souhaités : ▷ 1 IE/IR concepteur de μ circuits ▷ 1 T pour tests de μ circuits

▷ 1 phys. & 1 post-doc pour affiner le cahier des charges et optimiser la géométrie du VD

R&D Détecteurs pour l'ILC

- Organisation: ILC, Physique, GDE, WWS, R&D détecteurs
Proto-collaborations, LOI, EDR
Collaboration européenne
- Microvertex CMOS
- Silicium
- TPC
- Interface Machine Détecteurs
- Demandes en budget et personnel
- Conclusions



Silicon Tracker for the Linear Collider

LPNHE: (M. Berggren,) C. Ciobanu, W. Da Silva, G. Daubard,
J. David, M. Dhellot, Ch Evrard, J.F. Genat, P. Ghislain, J.F. Huppert, D. Imbault,
F. Kapusta, H. Lebbolo, T. H. Pham, Ph. Repain, (F. Rossel), A. Savoy-Navarro,
R. Sefri

LAPP: D. Fougeron, R. Hermel

SiLC est l'une des quelques R&D ILC majeures (25 Instituts, Asie, Europe, Russie et USA, incluant groupes à forte expertise: constructeurs trajectographes Silicium ATLAS & CMS et industries)

BUT : Diminuer budget en matière ($\%X_0$) & améliorer les performances

R&D sur les détecteurs au silicium

“ sur l'électronique

“ sur la mécanique et le refroidissement

Bancs de tests et tests en faisceaux

PASSAGE DEVANT R&D PANEL SUR TRACKING, BILCW'07, ICHEP, Pékin, fév.2007

Visibilité au niveau international:

Conférences/Workshops LCWS, TWEPP, IEEE, ICATPP, éditeur LDC, DRC,

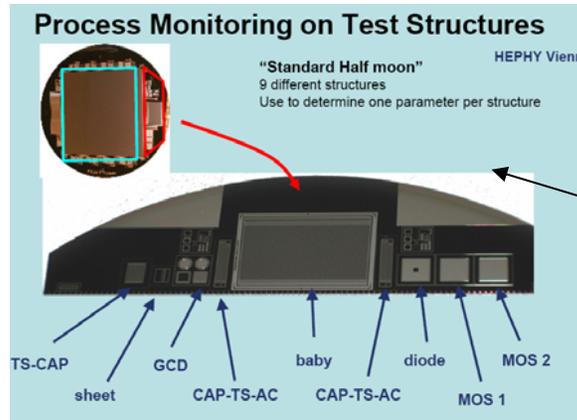
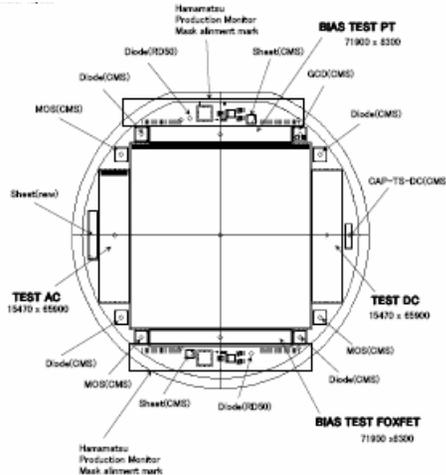
Contrats: RTN-FP5 (02-06), EUDET-FP6(06-09), BQR-UPMC (2005), PiCS-Russie (07-09), LIA-Japon (07, 08?), Accords MEC-IN2P3 avec IFIC et IFCA, DOE 05 (UCSC, LPNHE, SLAC), DOE 06(UCSC, FNAL, LPNHE), et HPK.

Formation

Nombreux stages Licences, Maitrise, DUT, Ecoles d'Ingénieurs, **Thèse** en Electronique (T.H.Pham), **propositions** Stages M2 et thèse en Instrumentation

R&D sur détecteurs Silicium:

- LPNHE Correspondant de SiLC avec Hamamatsu Photonics (HPK) =>
i) **HPK participe à baseline**: μ strips de plus grande dimension ($\geq 6''$), simple face, plus mince et pitch réduit ($\leq 50\mu\text{m}$) et traités pour alignement.



Premiers détecteurs HPK, avec structures de tests, délivrés: 1/10/07

ii) HPK en collaboration avec LPNHE (NdA et MTA prêts à signature): sur nouvel approche pour connecter μ strips et chip FE: **bonding chip sur strips.**

- **Suscite intérêt** d'autres groupes avec autres firmes (ex Liverpool)
- **Initiateur** sur utilisation de nouvelles technologies: **alternatives 3D, extension de l'utilisation des pixels, connection strip-chip**
- **Active participation sur tests pour caractérisation** des détecteurs bancs de test et faisceaux tests (voir plus loin)

COLLABORATION HPK/LPNHE-LAPP

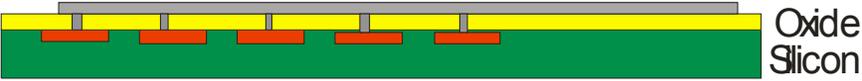
(NdA + MTA HPK/IN2P3 en cours signature)

But: développement technologie de routage

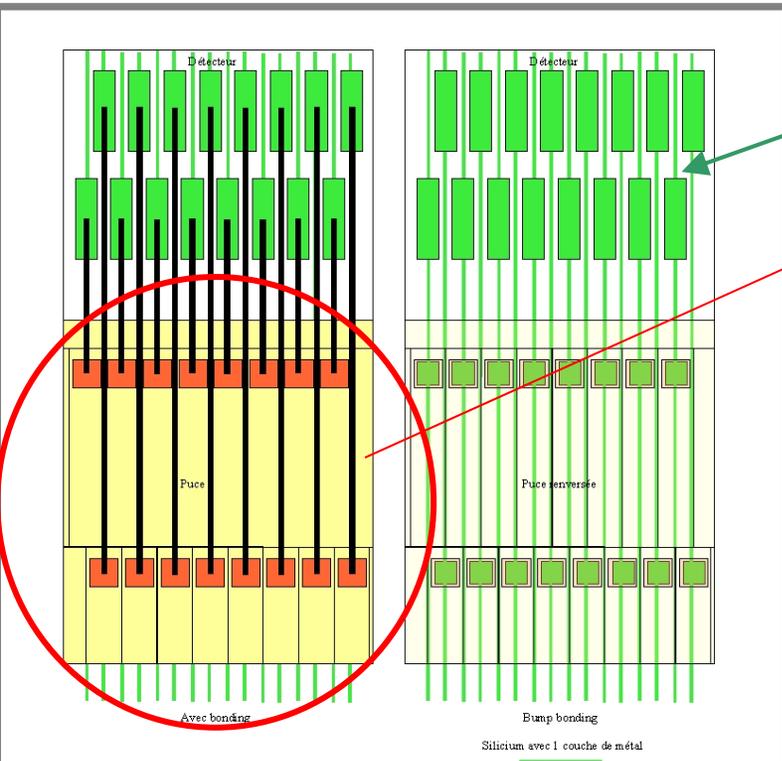
du chip FE sur μ strips

Via (DC coupling)

AL routing & pad area



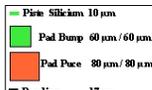
ILC - BUMP - BONDING



ILC-flip-chip/ bonding

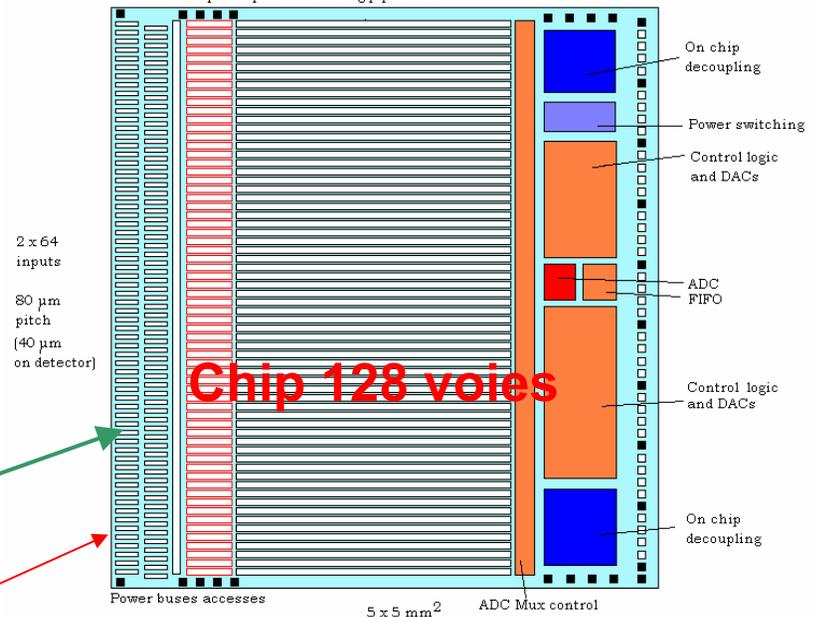
512 voies Si
pistes au pas de 50 μ m

Puce 128 voies
cellule 100/800 μ m
pad Bump 60/60 μ m
56 I/O



LPNHE Paris
lechip@had - 273487 j3

Calibration Amps shapers Analog pipe-lines



Chip 128 voies

Tentative floor-planning

128 channel chip
UMC CMOS 180nm Mixed-mode process

Diminution % X_0 : hybride & adaptateur de pitch éliminés

1^{er} approche (2008-2009):

Le chip est directement routé sur le détecteur par bump bonding (comme pour pixels)

HPK: fournit détecteur et fait le bonding du chip

IN2P3: fournit chip 128 voies

test comparatif performances de nouvelle connection/carte hybride

Démonstrateur: 2008, production 2009

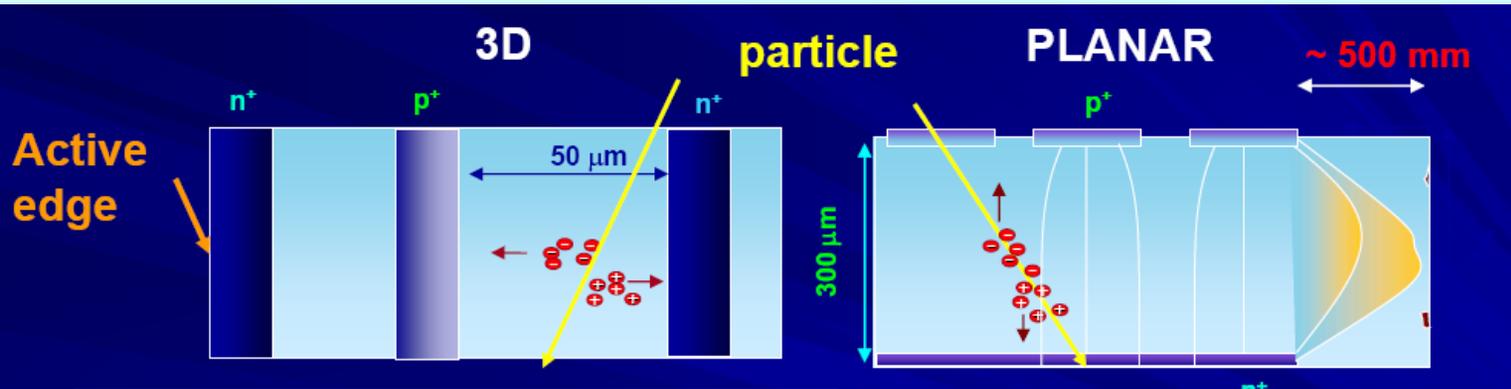
Détecteurs avec chip bondé au prix du détecteur seul.

Futur: Technologie 3D pour μ strips et connection chip/ μ strips

Ex: Nouvelle technologie μ strip (VTT, HEPHY, LPNHE)

Avantages offerts par structure 3D:

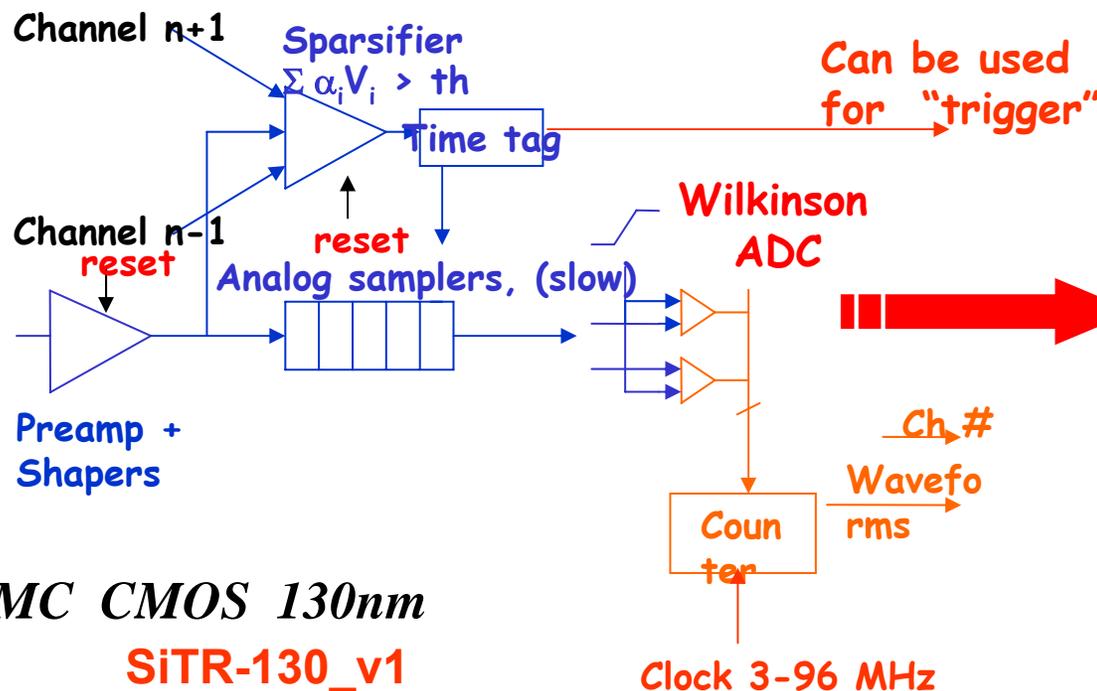
- Très haute tenue aux radiations (intérêt surtout pour LHC plutôt que ILC)
- Réponse rapide (10 fois plus rapide)
- Opère à très basse tension (10V par rapport à 100V ou plus)
- Zone active étendue jusqu'au bord du détecteur (edgeless)
- Intérêt pour bonding de 2 détecteurs: réduction of zone inactive entre eux.
- détecteurs peuvent être très minces car la collection de charge se fait sur la longueur plutôt que l'épaisseur du détecteur (voir schéma plus bas)



	3D	Planar
Q collection path	50 μm	300 μm
V _{depletion}	<10V	70 V
Edge sensitivity	10 μm	500 μm
Q Collection time	1-2 ns	10-20 ns

Les premiers prototypes seront prêts en fin 2007
Actuellement en fabrication, ont les structures de tests incluses.

Tests en 2008 avec caractérisation complète si OK (y inclus tests en faisceaux)



- Chaîne de lecture et de traitement complet du signal
- **Oscilloscopie numérique** (pipeline analogique et A/D)
- Suppression des zéros
- Economie de dissipation de puissance (Power cycling)
- Circuit calibration interne
- Gestion numérique du circuit

UMC CMOS 130nm
SiTR-130_v1

Démonstrateur 4 voies: layout et photo du chip

Amplifier, Shaper, Sparsifier 90*350 μm^2 Analog sampler 250*100 μm^2

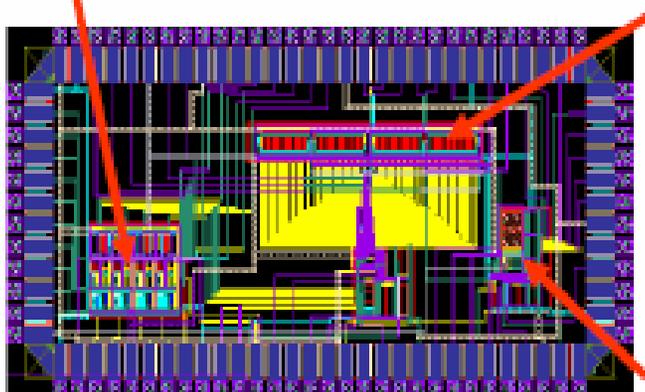


Photo chip



A/D 90*200 μm^2

Testé en faisceau, voir + loin

Techno DSM 130nm:

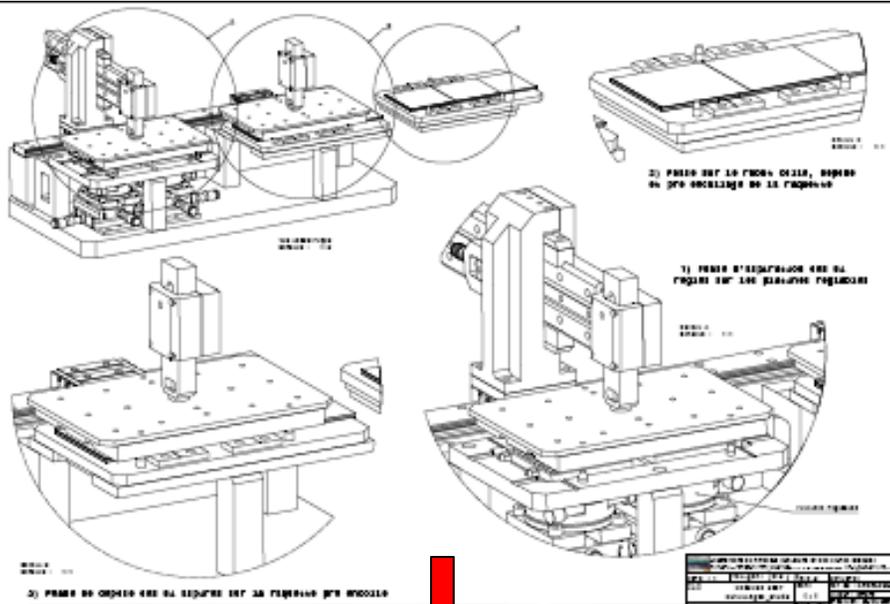
- ❖ Plus compact
- ❖ Plus rapide
- ❖ Moins de puissance dissipée
- ❖ Techno dominante (déjà) dans l'Industrie
- ❖ Haute tenue aux radiations

R&D Electronique FE SiLC: enjeux actuels

- **Le chip SiTR est actuellement le FE chip le plus avancé** sur le marché e.g. LSTFE (UC Santa Cruz) et KPix (SLAC) car:
 - => **démonstrateur produit et testé en faisceau, et**
 - => **choix technologiques:**
 - i) Technologie CMOS 130nm (**Deep Sub Micron**);
 - ii) Traitement complet **numérisé** du signal sur le chip
 - iii) **Connexion directe** du chip sur microstrip (bump bonding).
- **2007 a été consacré principalement à la caractérisation et aux tests** des performances de ce chip y inclus en conditions réelles (faisceau tests) impliquant une forte participation technique et des physiciens.
- **Les enjeux pour 2008 sont encore beaucoup plus ambitieux**; et requis par SiLC (revue R&D ILC panel) et EUDET:
 - passage du démonstrateur à production**, avec:
Design, fonderie et tests SiTR_130-128 (chip à 128 voies) pour équiper des prototypes de trajectographes et connectivité chip/ μ strip (avec HPK)
 - Financement du chip (production) par EUDET**
- **Important que l'IN2P3 garde le rôle moteur** assuré jusque là; d'autres collaborateurs SiLC avec excellente expertise nous rejoignent.

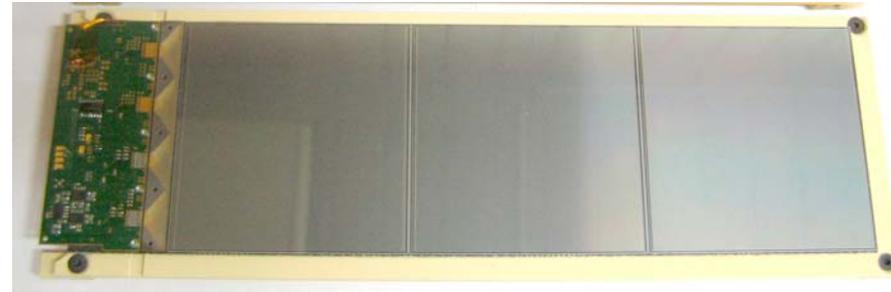
R&D MECANIQUE

Nouvelles structures: X0<<<

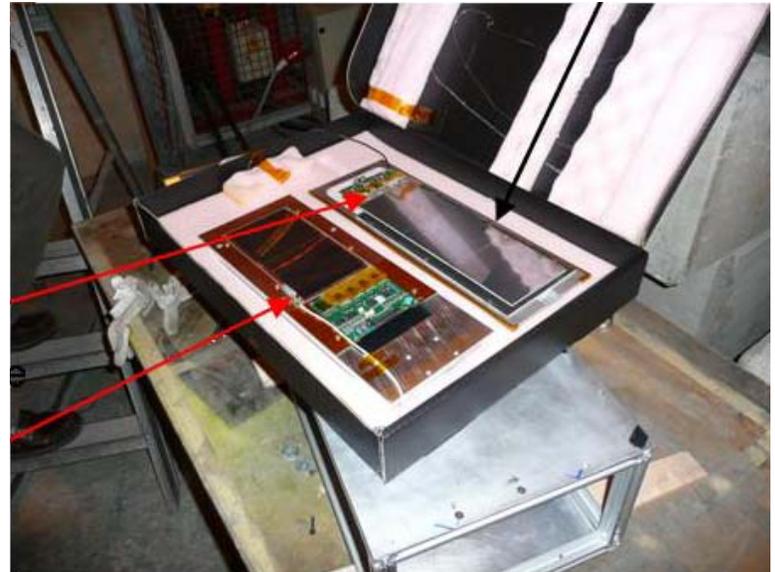
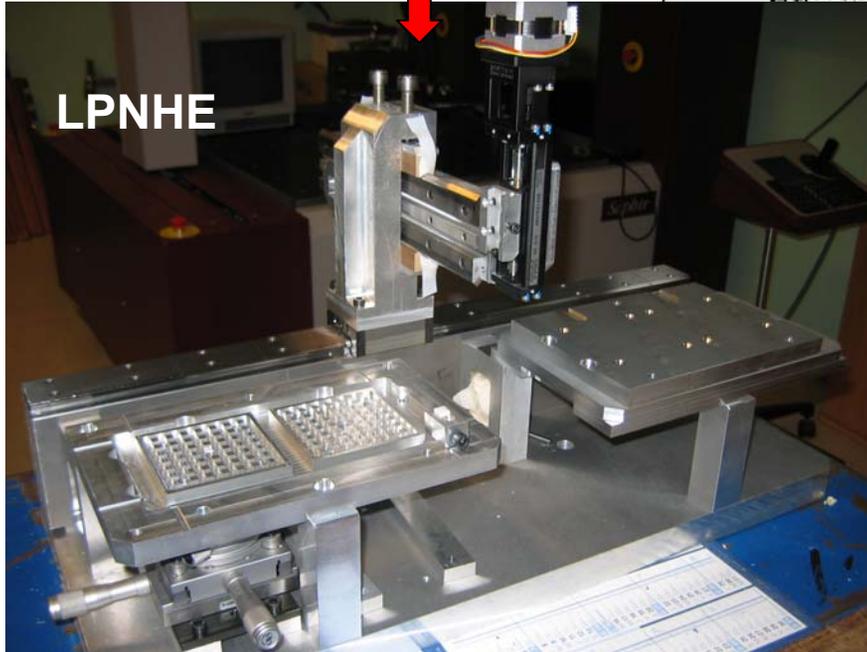


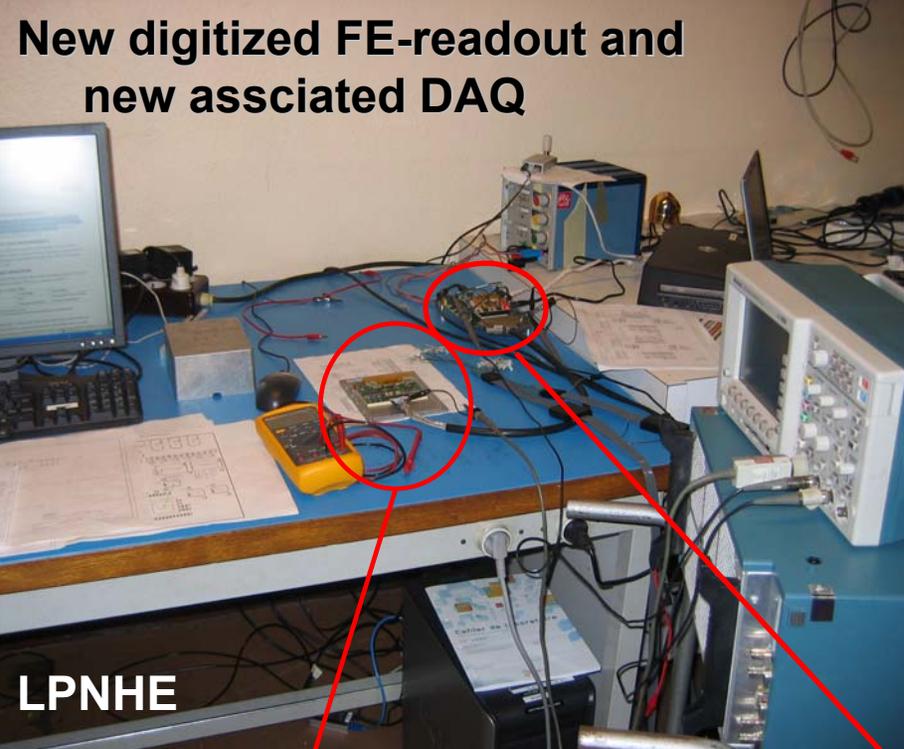
- Développement outillage
- Construction de modules et prototypes
- Recherche nouveau matériau

- Acquisition de nouvelle expertise et
- Collaboration avec Bonding Lab CERN essentielle



Construction par LPNHE de modules à 2 ou 3 détecteurs Si pour tests en faisceau





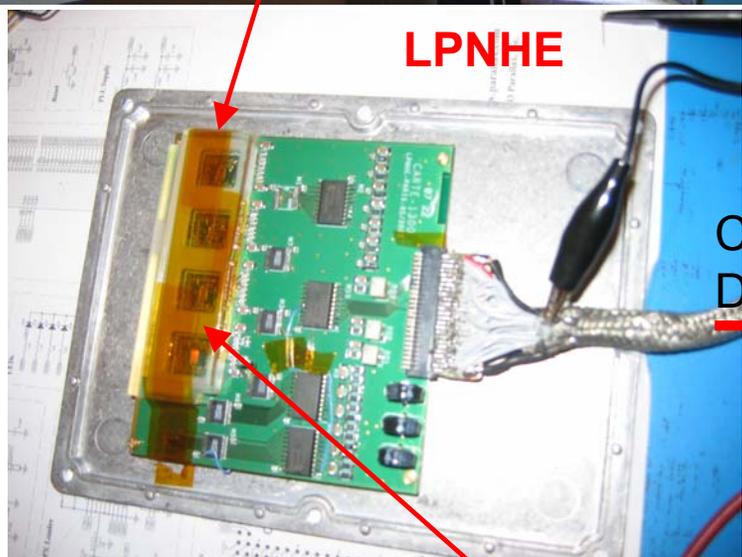
LPNHE

BANC DE TESTS:

Design/construction du hardware & software pour bancs de tests et tests en faisceaux:

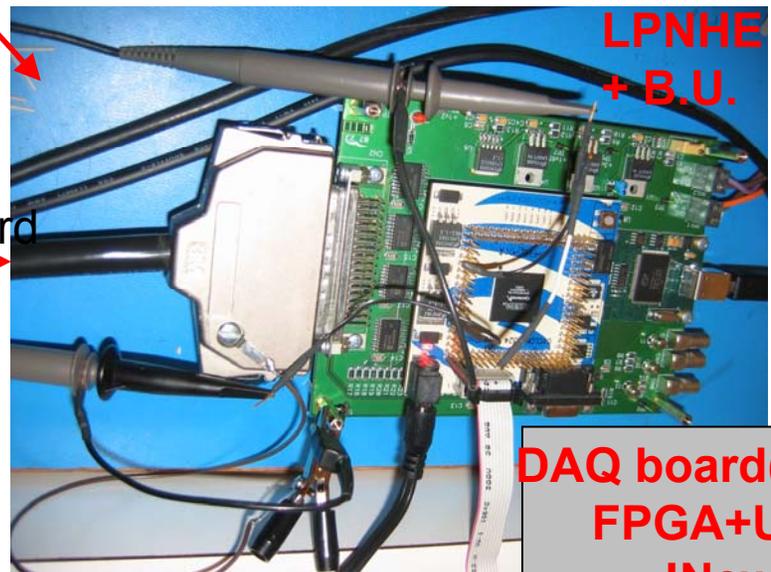
- Software DAQ (C++, LabView, VHDL, ROOT)
- Cartes pour chip FE pour tests fonctionnalité
- Cartes FE reliant chip FE au détecteur
- Cartes FPGA pour pilotage du DAQ:
 - > Version pour FE analogue only (VA1)
 - > Version pour FE incluant ADC et Utilisation adaptation USB
 - > Carte FPGA pour l'ensemble et non une par module.

Caractérisation Si et FE: laser diode et Sr⁹⁰



LPNHE

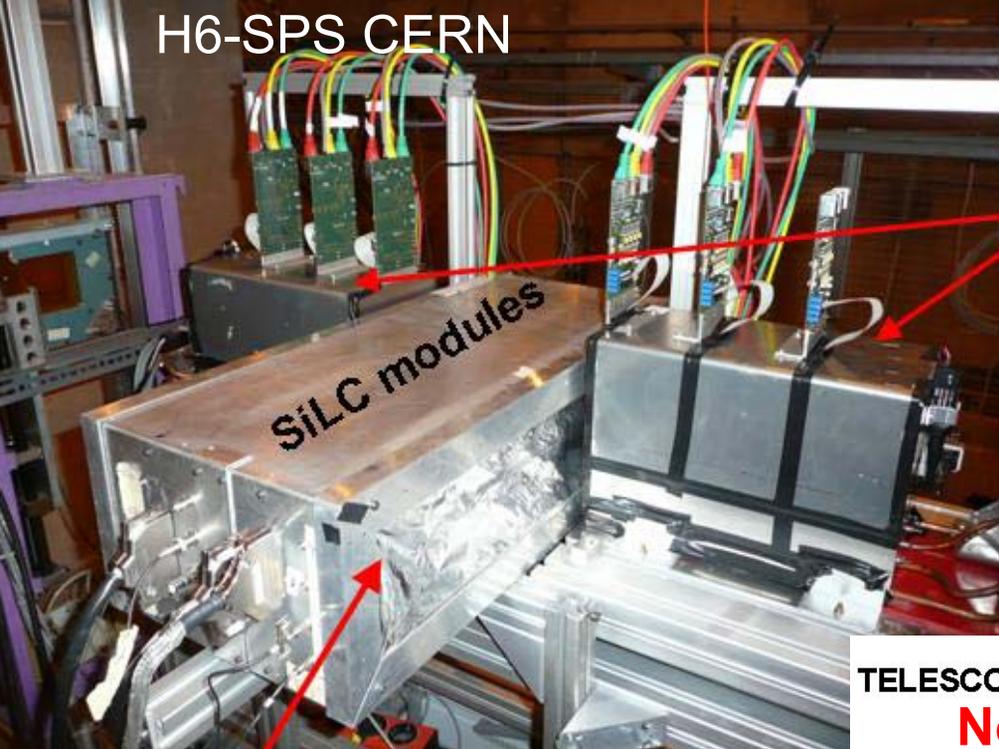
Cable to DAQ board



LPNHE + B.U.

FE hybrid with 4 SiTR-130_v1
→ Total number of channels = 16

DAQ board(VHDL)
FPGA+USB
!New!



Tests faisceau: Oct07 au CERN, combiné à télescope pixels EUDET

Les 3 modules SiLC sont insérés dans cage de Faraday entre les 2 parties du télescope à pixels EUDET.

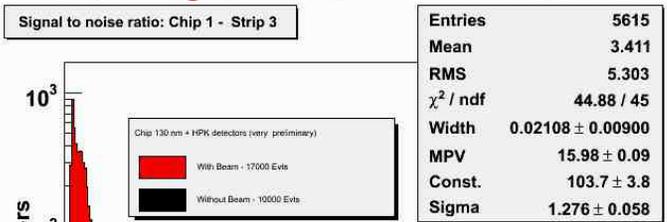
Cet ensemble SiLC permet

- Mesures S/N pour chaque module
- 1^{er} Essai reconstruction de traces

Premier test combiné de projet EUDET

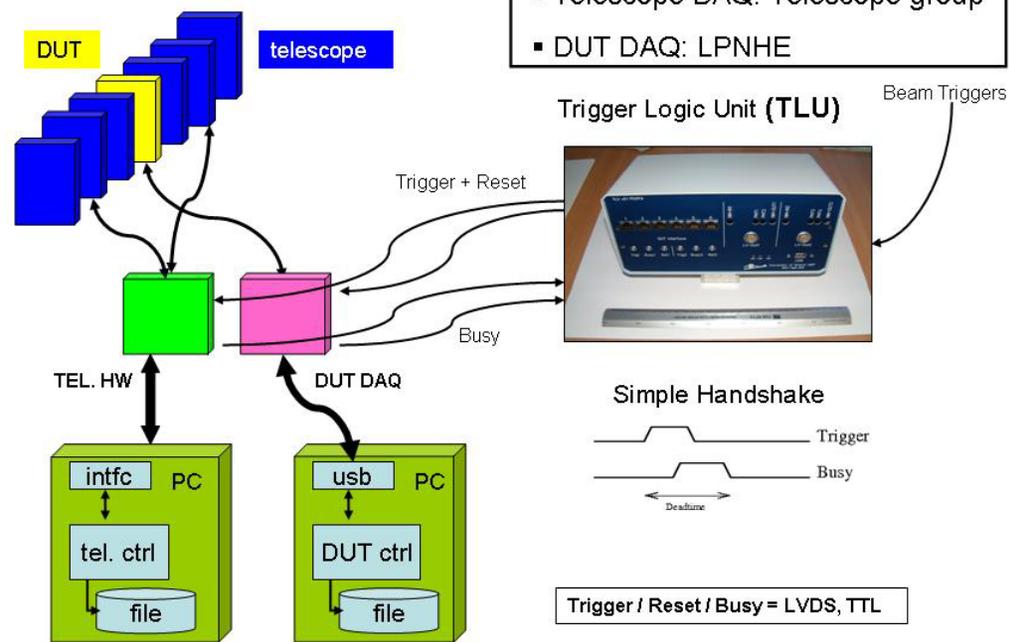
TELESCOPE + DUT TESTBEAM Nouveau DAQ

- Overall DAQ + Beam & trigger: IFCA + CU Prague
- Telescope DAQ: Telescope group
- DUT DAQ: LPNHE



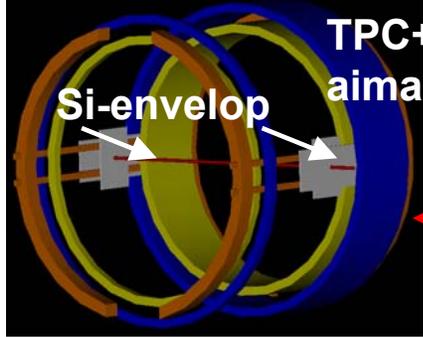
Réponse du SiTR_130

Analyse réponse S/N (en cours)



Tests faisceaux 2008-2009:

Si Envelop
équipée
avec chips



DESY 2008: tests combiné avec LCTPC

CERN 2008: soumis le 16/11/07 au SPSC pour:

- 1 semaine en Juin: -Tests HPK nouvelles structures avec télescope EUDET
- 2 semaines Octobre 2008
 - nouveaux détecteurs HPK - chips 128v - Enveloppe isolante - Proto alignement
 - Combiné avec télescope EUDET - Nouveau DAQ

FNAL 2009?

En discussion à FNAL et avec SiLC (tests combinés avec protos calorimètre et vertex)

Publications



1 NIM, 1 IEEE, 7 communications avec proceedings,
4 PRD-DESY <http://indico.in2p3.fr/conferenceDisplay.py?confId=513>

Budget 2008 et prévisions

équipement: LPNHE 120 KE LAPP 20KE Total 140KE

missions: 60 KE 5KE 65KE

Prévisions 2009-2010

équipement 180KE Missions 70KE total 250KE par an.



SiLC Collaboration, Synergie LHC, perspectives

SiLC: Avancées importantes en 2007 sur:

- Nouveaux détecteurs Silicium
- Nouveaux modules et design/construction prototype de grande dimension: IEKP, HEPHY, LPNHE+CERN
- FEE chips (LAPP, LPNHE, B.U.)
- Collaboration démarrée avec autres sous-détecteurs: TPC & μ vertex
- Expertise acquise en faisceaux test (T.B): DESY,CERN
- Nouveaux groupes SiLC joignent T.B. (preparation & construction)
- Collaboration amorcée avec Industrie

SiLC => expertise nouvelle & porteuse en instrumentation au LPNHE et région Parisienne

SYNERGIE LHC et PERSPECTIVES:

Dès le départ, synergie avec le LHC et upgrades dans les 3 aspects de R&D: Nombreux membres de SiLC poursuivent ILC et LHC; SiLC joue un rôle très positif dans ces deux projets pour eux. C'est aussi notre but affirmé dès le départ.

La poursuite de ce programme implique:

- i) Une force technique effective (Liste de noms/FTE réel réduit, surtout en Mécanique)**
- ii) Le développement d'infrastructures (e.g. locaux appropriés au niveau propreté, sécurité et équipement & outillages).**
- iii) Départ d'un physicien (DESY) et d'un ingénieur (retraite)**

R&D Détecteurs pour l'ILC

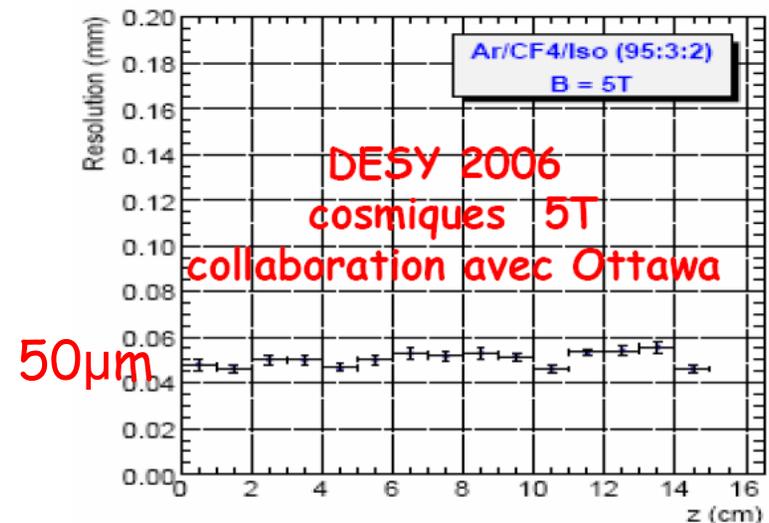
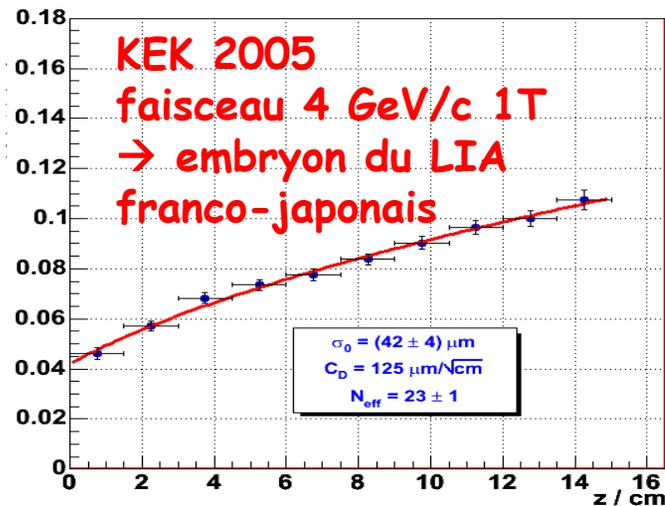
- Organisation: ILC, Physique, GDE, WWS, R&D détecteurs
Proto-collaborations, LOI, EDR
Collaboration européenne
- Microvertex CMOS
- Silicium
- TPC
- Interface Machine Détecteurs
- Demandes en budget et personnel
- Conclusions

Activités TPC pour l'ILC

LAL, (+Dapnia, LBL, Ottawa, MPI, KEK) Vincent Lepeltier

TPC à lecture Micromegas avec feuille résistive

mesure de la de résolution spatiale vs. la distance de dérive



Ce programme se poursuivra en 2008 avec les tests du Large TPC Prototype
10 000 voies sur faisceau et en cosmiques, participation à EUDET (cf.SiLC)

Publications TPC: 5 NIM, >1 conf. avec proceedings

Demandes activités TPC+autres (physique + LDC)

- missions

15kE

- AP TPC (participation Large Prototype)

8kE

Interface Machine Détecteur

Ph. Bambade et al.

Physique des **particules ET** physique des **accélérateurs**

- Mesures sur ATF2 au KEK (programme ANR)
mesures et simulation des bruits de fond
- Interaction faisceau-faisceau, luminosité
Développement du programme Guinea-pig en C++
- Intérêt pour le design du Beamcal, calo. à très petit angle pour réglage des faisceaux.

Publications MDI: 1 PhysRevSTAB, 1 JINST, 2 EUROTeV, ~7 conf.

Demandes: 15 KE Missions, 10 KE matériel

ATF2 collaboration, presently >88 people
from 21 labs and institutions and growing

ATF2 collaboration (KEK accelerator test facility)

ATF2 comme prototype de la région d'interaction de l'ILC
(H. Guler et al. , LLR)

- LAL:** Work on beam correction algorithms of ATF-2 beam line, commissioning, instrumentation developments.
LAPP: Studies to provide a suitably stabilized support for the final doublet, commissioning
LLR: Background study (algorithms, GEANT4, « event biasing technique»), commissioning

Aussi physique des particules!

Mesures

Simulation

- du rayonnement synchrotron
- de la diffusion sur le gaz résiduel
- du halo dû au beamstrahlung frappant le tube à vide
- des retours du beamdump

Comparaison aux mesures

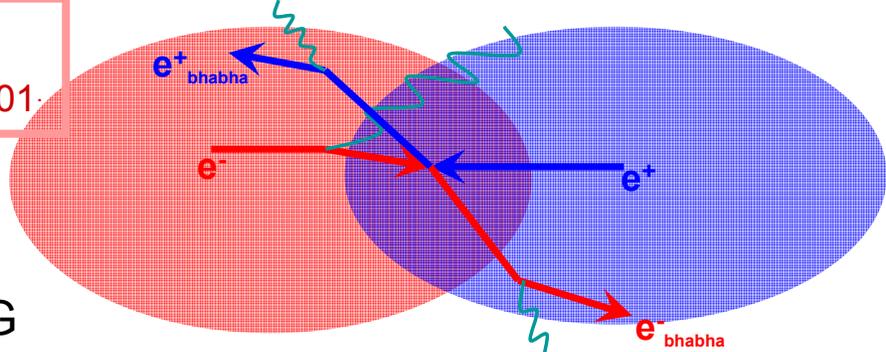
Utilisation de BDSIM basé sur Geant4

processus physiques + optique des faisceaux

KEK, Tsukuba
IHEP, Beijing
BINP, Novosibirsk
CCLRC/DL/ASTeC, Daresbury
CEA, Gif-sur-Yvette
CERN, Geneva
Hiroshima University
Kyoto ICR, Kyoto
LAL, Orsay
LAPP, Annecy
LLR, Palaiseau
LLNL, Livermore
NIRS, Chiba-shi
North Carolina A&T State University
Oxford University
Pohang Accelerator Laboratory
Queen Mary University of London
Royal Holloway, University of London
DESY, Hamburg
SLAC, Stanford
UCL, London
University of Oregon
University of Tokyo

ATF2 proposal was web-released just
after BDIR workshop in London,
=> KEK, SLAC, CERN, ... preprints

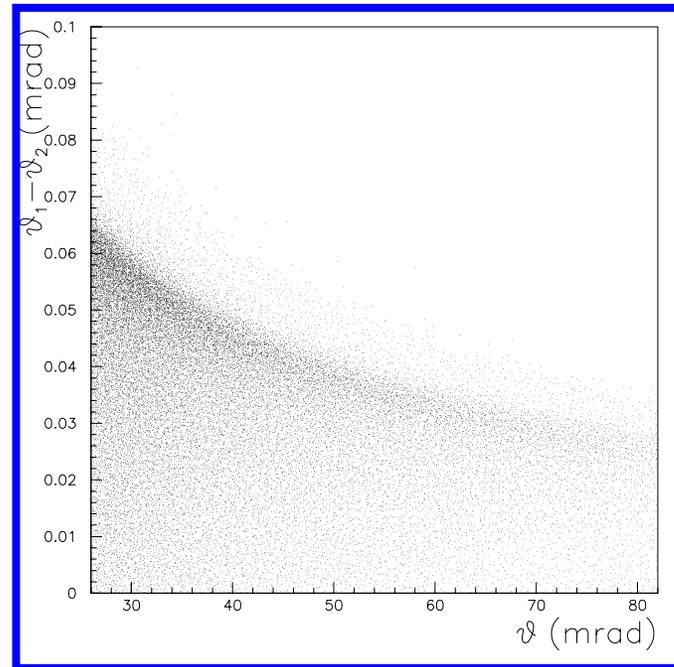
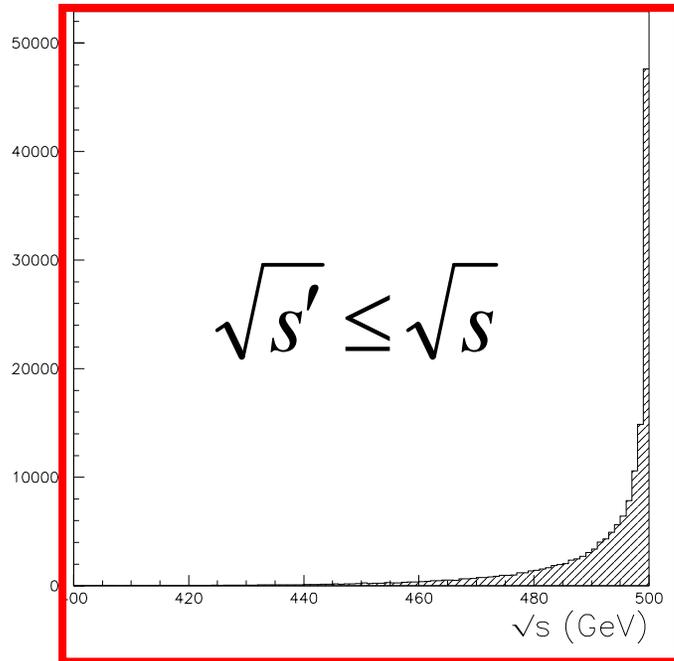
Beam-Beam effects on Bhabha scattering



- Beam-Beam effect treatment with GUINEA-PIG

- **Modification of initial state:** Beamstrahlung $\rightarrow \sqrt{s'} \leq \sqrt{s}$, $\Delta\theta_{ini} \neq 0$, $E_{elec} \neq E_{posit}$

- **Modification of final state:** Electromagnetic deflections \rightarrow bhabha angle reduction ($\sim 10^{-2}$ mrad) + small energy losses



Etude détaillée des biais dans la mesure de la luminosité
 Précision attendue 10^{-3} , précision de 10^{-4} à l'étude.

- Small calorimetre installed near the beam pipe (5–30 mrad)
- Detect very energetic prompt electrons while swamped by gigantic electro-magnetic background from the beam

↳ withstand $O(1)$ MGy/yr !!!

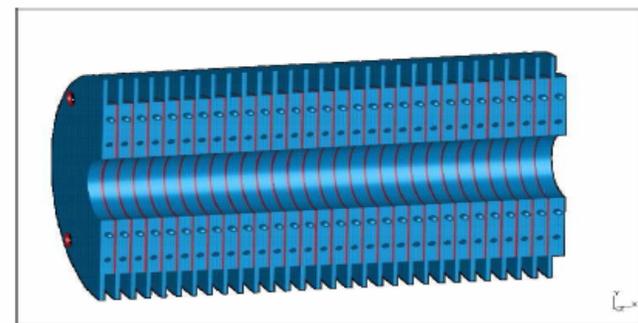
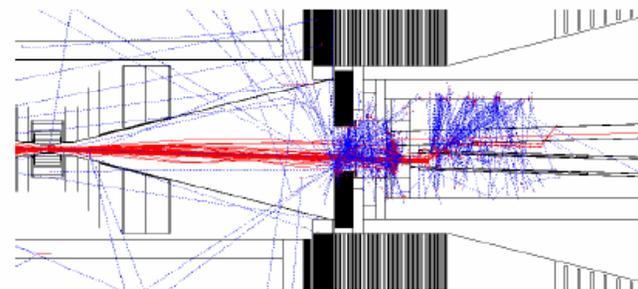
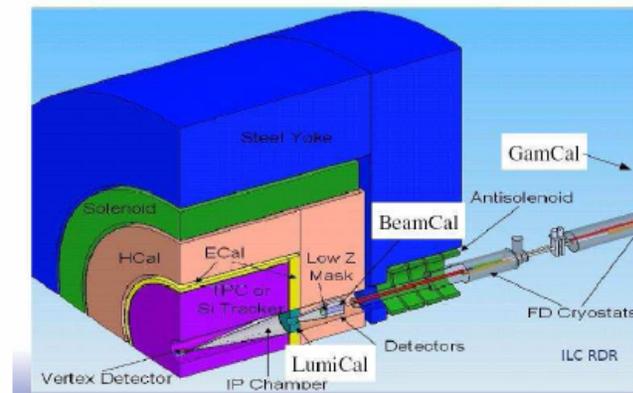
- Provide fast ($O(\mu s)$) info to beam monitoring system

- 3DIT expected to allow :

- ◇ *reduce complexity and improve performances of signal processing μ circuits (avoid bump-bonding, cables, a.s.o.) integrated right behind the sensitive volume (e.g. diamond, AsGa)*
- ◇ *reduce effects of bulk damage (cables, connectics)*
- ◇ *reduce material sensitive to radiation*

- Objectives recover those of R&D for LHC (fast and rad. hard)

Forward Region Design



R&D Détecteurs pour l'ILC

- Organisation: ILC, Physique, GDE, WWS, R&D détecteurs
Proto-collaborations, LOI, EDR
Collaboration européenne
- Microvertex CMOS
- Silicium
- TPC
- Interface Machine Détecteurs
- *Calice*
- Demandes en budget et personnel
- Conclusions

R&D en cours à l'IN2P3 et Dapnia

ILC R&D	IPHC	IPNL	LAL	LAPP	LLR	LPC	LPNHE	LPSC	Dapnia
Calice		X	X	X	X	X		X	
CMOS	X							X	X
TPC			X						X
SiLC				X			X		
MDI			x						
Simul ⁿ	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Physique	X		X	X	X	X	X		X

Demandses crédits 2008 ILC-Dét (k€)

ILC R&D	IPHC	IPNL	LAL	LAPP	LLR	LPC	LPNHE	LPSC	TOTAL
Calice		81	260	86	213	80		80	800
CMOS	80							21	101
TPC			8						8
SiLC				20			120		140
MDI			10						10
Total éqt	80	81	278	116	213	80	120	101	1059
Total Missions	25	47	149	41	73	73	60	41	509
PostDocs demandés			X	X				X	
Doctorants Thèses en cours	2		3		1	1	1	2	10

Main d'œuvre FTE par projet

Phys
ITA

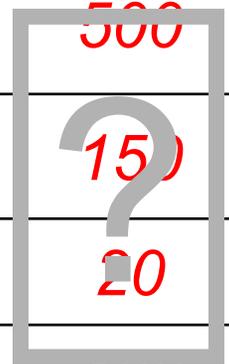
ILC R&D	2005	2006	2007	2008	2009
Calice Em Cal & HCal	13,5 16,8 IR	17,1 ~40(21,8 IR)	21 36(19IR)	22 46	
CMOS Dét. Vertex	2 4	2,2 7,1	3 (+3doc) 7,1	5 10	
TPC	1 1	1	1	1	
SiLC Traceur Silicium	2,5 4,5	2,8 7,9	4 11	5 12	
MDI Interface Machine Détecteur	1	1,9 0,6	3 0,5	2 1	
Total	19 26,3	25 ~58	35 56	32 69	35 ? 80 ?

Besoin indispensable de recrutement de physiciens permanents

Prévisions de dépenses 2008-2010

Crédits IN2P3 K€

ILC R&D	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Calice	170	254	471	800	500	500
CMOS	25	65	109	101	150	150
TPC +MDI	7	5	14	18	20	20
SiLC	56	55	120	140	180	180
Ss-total éqt	258	379	714	1059	850	850
Missions	164	180	369	509	400	400
Total	422	559	1083	1568	~1250	~1250

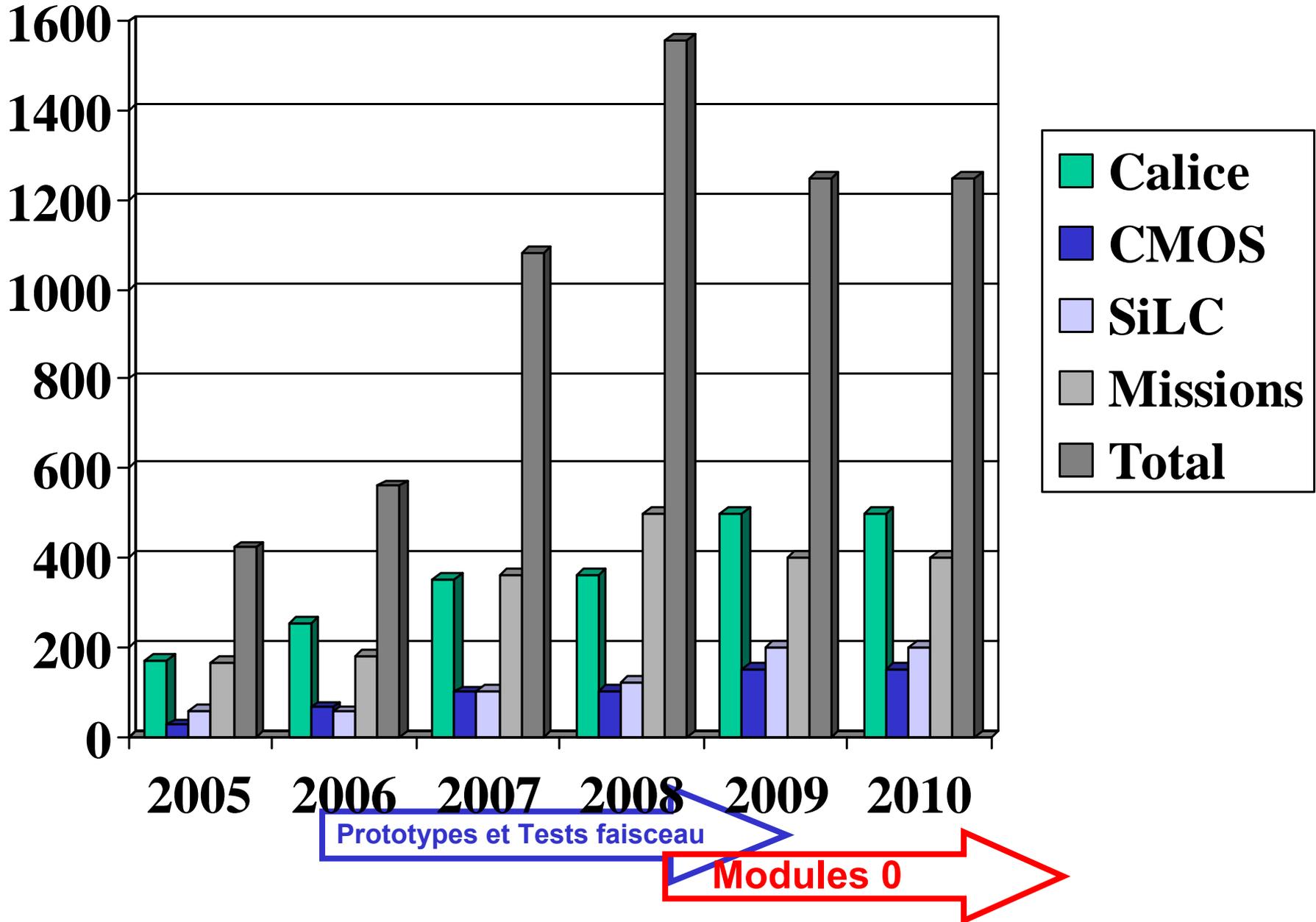


Prototypes et Tests faisceau

Modules 0

Rappel: deux contrats ANR:
ATF2 et DHCAL

Prévisions de dépenses 2008-2010K€



Conclusions



- La R&D ILC *Physique et Détecteurs* est une activité majeure de physique des particules: 8+ labos, ~90 personnes
- Nos sujets de recherche nous mettent en position centrale pour le choix des technologies des grands détecteurs
- Les résultats obtenus font l'objet de nombreuses présentations et publications
- Cette activité a su trouver un appui européen et ANR, elle se poursuit à une échelle internationale très intégrée
- Elle assure la formation des jeunes, en particulier avec les tests en faisceau et leur analyse
- Les applications et les liens avec des industriels sont actifs.
- Les synergies avec d'autres développements de détecteurs sont nombreuses (**CLIC** bien sûr, **SLHC** et même SuperB, neutrinos...)
- Les LOI puis les études d'engineering nécessitent des prototypes de taille réaliste, et les crédits correspondants.
- Il est vital d'avoir des recrutements de chercheurs permanents pour assurer la vitalité et la pérennité notre activité.