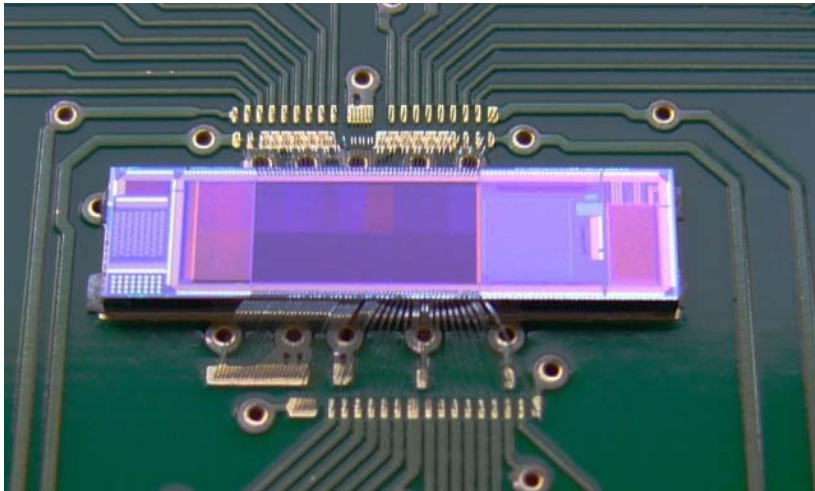


Présentation du groupe PICSEL

Physics with **I**ntegrated **C**mos **S**ensors and **E**lectron machines

IPHC-Strasbourg, 3 octobre 2012, Auguste Besson



Le groupe PICSEL

- Spécificités du groupe

- Création en 1999

- Concevoir/développer des détecteurs a pixels de nouvelle génération (capteur CMOS)

- une R&D instrumentation forte

- Position de leader mondial dans la technologie CMOS pour la physique subatomique

- de nombreux projets

- Détecteurs de vertex

- Trajectométrie

- Imagerie

- Développement générique, intégration

- Composition du groupe (3 pôles)

Physiciens

4 physiciens permanents

3 doctorants

1 post-doc

Ingénieurs de test & instrumentation

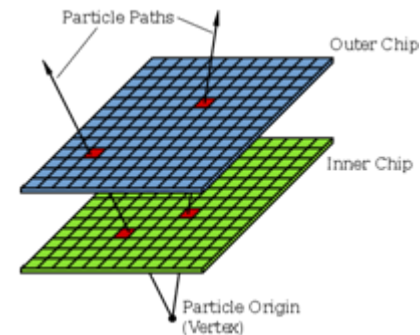
6 ingénieurs

1 post-doc

Concepteurs micro-électronique

11 ingénieurs

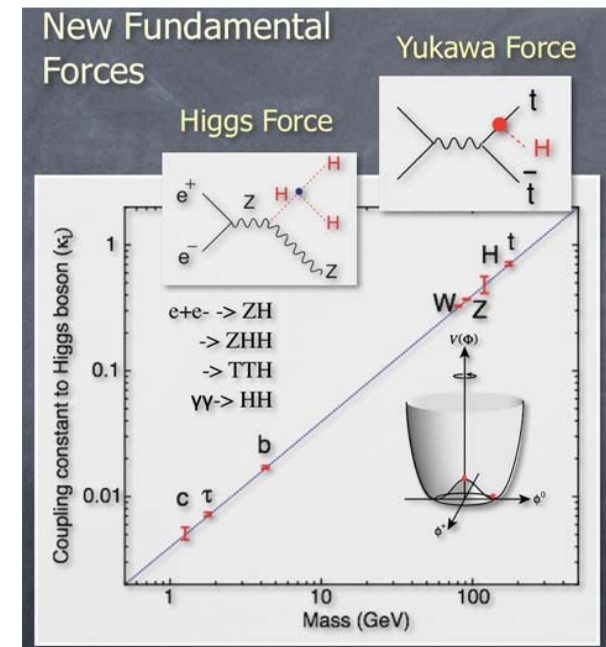
7 doctorants



- De la conception à l'exploitation dans des projets de physique

Motivations: à l'aube d'une nouvelle ère

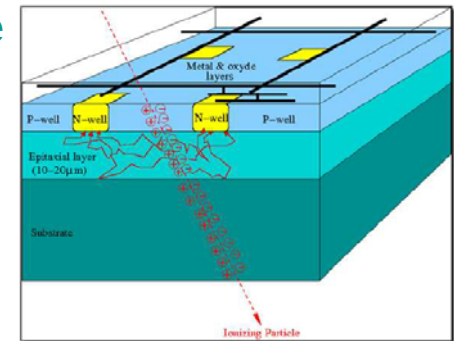
- 2012: découverte d'un nouveau boson au LHC
 - Mais qui est-il ?
- Nécessité de comprendre sa nature et ses propriétés
 - Est-ce bien le boson de Brout-Englert-Higgs ?
 - Est-il standard ? Est-il supersymétrique ?
 - Mesure précise de ses propriétés indispensable (couplages, Br, nbs quantiques, etc.)
- Futur collisionneur linéaire à électrons/positons:
 - ILC (International Linear Collider)
 - Environnement propre permettant ces mesures de précision
 - Début de la construction ~2016, démarrage ~2020
- Quel dispositif expérimental ?
 - Une trajectométrie et une calorimétrie de pointe
 - Des détecteurs de vertex d'une finesse et d'une précision sans précédent



Nécessité d'une mise au point de détecteurs performants pour Satisfaire ce programme de physique ambitieux

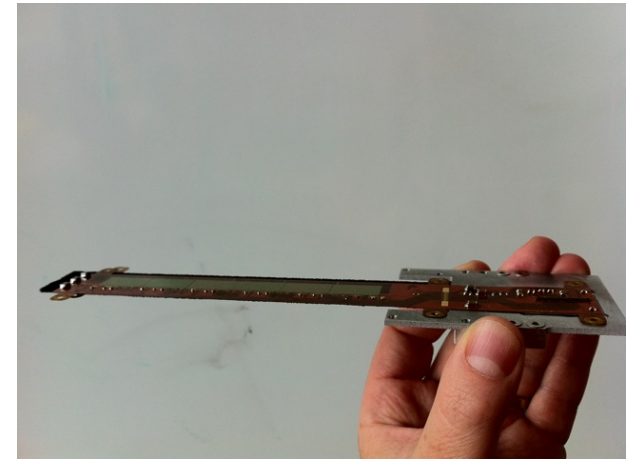
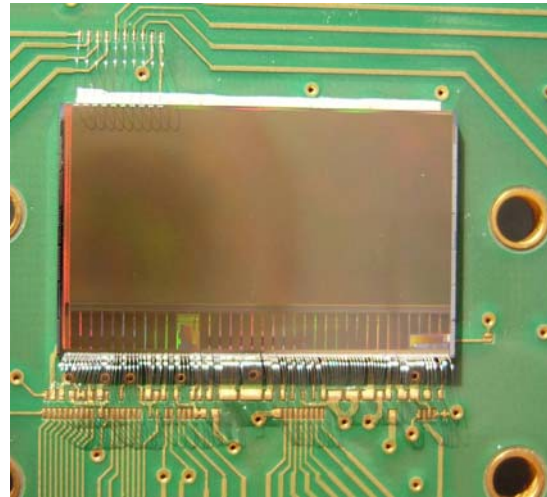
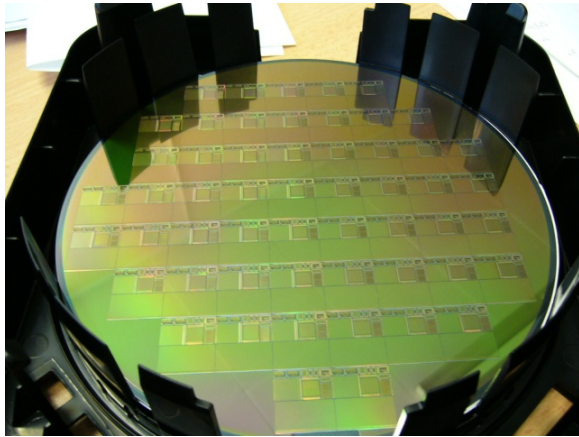
Les détecteurs à pixels – la technologie CMOS

- Technologie CMOS:
 - Complementary Metal-Oxide Semiconductor
 - Procédé de fabrication industriel pour la fabrication de micro-circuits
 - Détection et traitements électroniques intégrés
- Buts:
 - Construire des capteurs pouvant équiper des détecteurs de vertex capable de
 - Reconstruire vertex primaires et secondaires
 - Participer à la trajectométrie
 - Étiqueter les saveurs lourdes (quarks b et c, leptons τ)
- Contraintes
 - Résolution spatiale micrométrique
 - Budget de matière
 - Vitesse de lecture
 - Tenue aux rayonnements.
 - Puissance dissipée
 - Conditionnement, intégration mécanique



Optimisation et R & D nécessaires pour chaque application

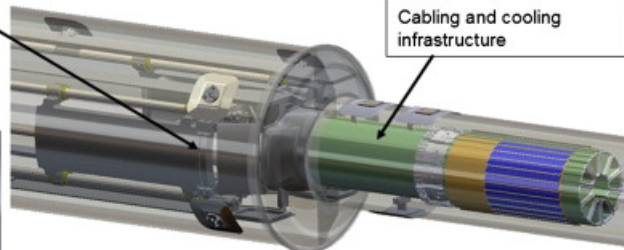
De la fabrication a l'intégration



Mechanical support with kinematic mounts
(insertion side)

carbon fiber sector tubes
(~ 200um thick)

Cabling and cooling
infrastructure



RDO
buffers/
drivers

MAPS

2x2
cm²

Aluminum conductor Ladder Flex Cable

← 20 cm →



Activités/Projets du groupe PICSEL

- Le but à long terme a permis de franchir des jalons qui permettent dès aujourd'hui à la technologie d'équiper de nombreux projets à court/moyen terme
- Activités

Développement de capteurs CMOS

- détecteurs de vertex (STAR, ALICE, CBM, ILC, superB, etc.)
 - trajectométrie / télescopes (EUDET, AIDA)
 - calorimètres EM (ALICE-FOCAL)
 - Imageurs (imageurs beta, imagerie X, imagerie proton)
 - développement générique, autres applications (3D, dosimétrie spatiale)
- ⇒ validation en tests faisceau

Intégration

- Développement de systèmes ultra-légers (échelles double faces ultra-fines PLUME)

Etudes conceptuelles

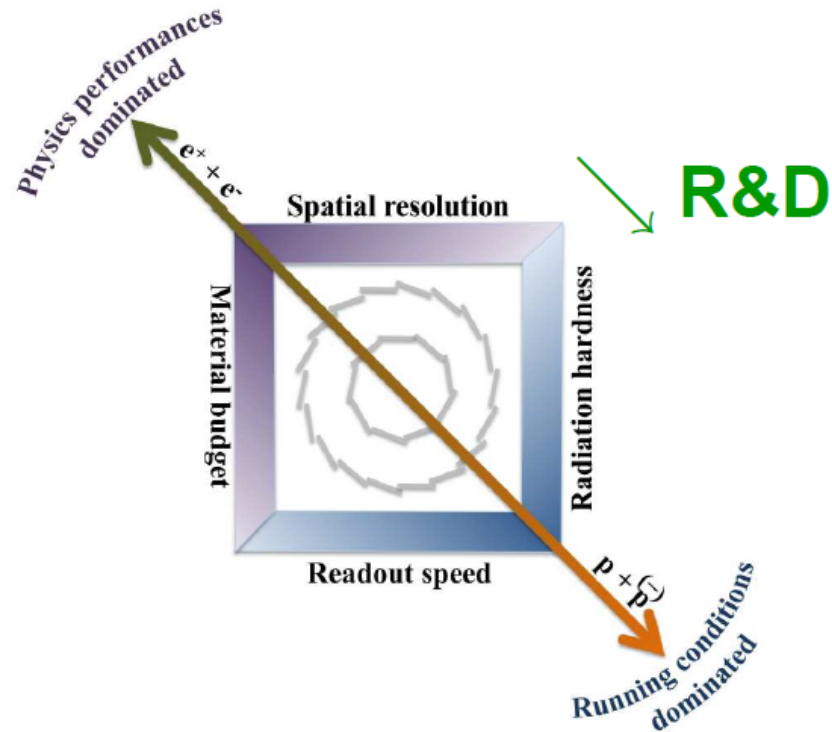
- Design, Simulation, géométrie,
- Validation par des études de physique (géométrie du détecteur de ILC vs $H \rightarrow c\bar{c}$, optimisation du SVT de super B, algorithmes d'alignement dans AIDA, etc.)

Le groupe possède un savoir-faire unique de la conception à l'application

Transparents de replis

Principaux axes de la R & D

Phys. driven Specs against Running Conditions Constraints



Measure its Properties

Is it really a Higgs boson?

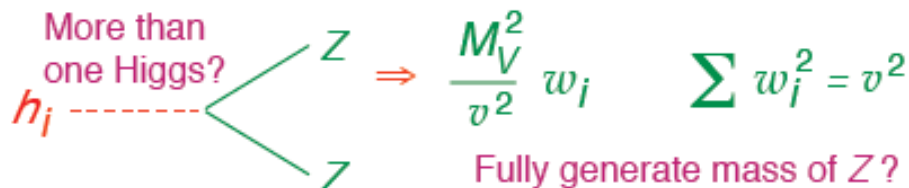
Is it the SM Higgs boson?

- **Mass** $\lambda = M_h^2/v$ Consistent w/ EW constraints?

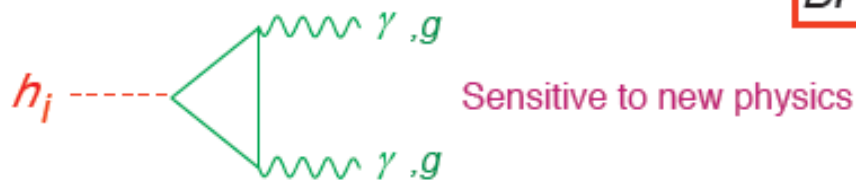
(ultimately, both LHC & ILC find mass to < 0.1%; to be useful, needs "match" of ILC m_{top} precision)

- Yukawa couplings: $g_{ffH} \propto m_f$? **Br's, σ**

- Mass to vector bosons: $g_{VVH} \propto M_V$? **Br's, σ**
 $V = Z, W$



- Decays to other bosons: **Br's, σ**



- Form of Higgs Potential, self-coupling, λ_{HHH} **σ_{ZHH}**

- **Total Width** (direct) or **Br's, σ** (indirect)

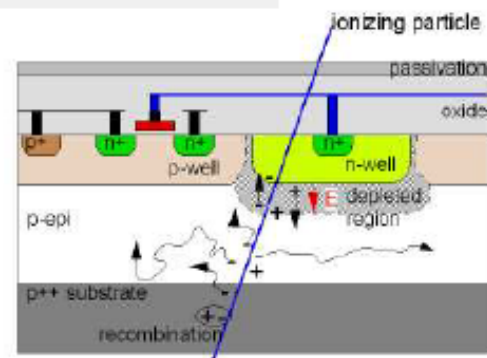
- Spin, parity, CP nature **Threshold, Ang. dist. $\sigma_{\gamma\gamma}$**

Time constraints: won't be able to include other options of ILC ($\gamma\gamma$, $e\gamma$, ee)

Attractive Aspects of CMOS Pixel Sensors

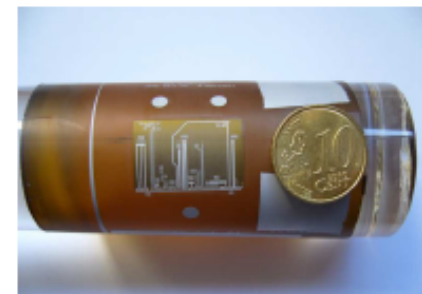
- **Thin :**

- * $\lesssim 20 \mu m$ thick sensitive volume
- * $\sim 10 \mu m$ thick integrated circuitry
- * $50 \mu m$ thinning of large CPS has good yield (in CA-USA !)
- * stitching (& redistribution layer) alleviates material budget for steering & read-out
- * CPS may be flexible enough to equip curved surfaces (beam pipes ...) ▷▷▷



- **Granular :**

- * $20 \mu m$ pitch \Rightarrow $3.5 - 1.5 \mu m$ with 1 - 4 bit charge encoding



- **Low power** (despite high granularity) :

- * use rolling-shutter read-out \Rightarrow full sensitive area dissipates $\simeq 1$ row ▷▷▷

- **Room temperature operation** (despite signal smallness)

- **Low cost :**

- * STAR-PXL (1500 cm^2) \Rightarrow 400 sensors for ~ 150 keuros ($0.35 \mu m$ process)

