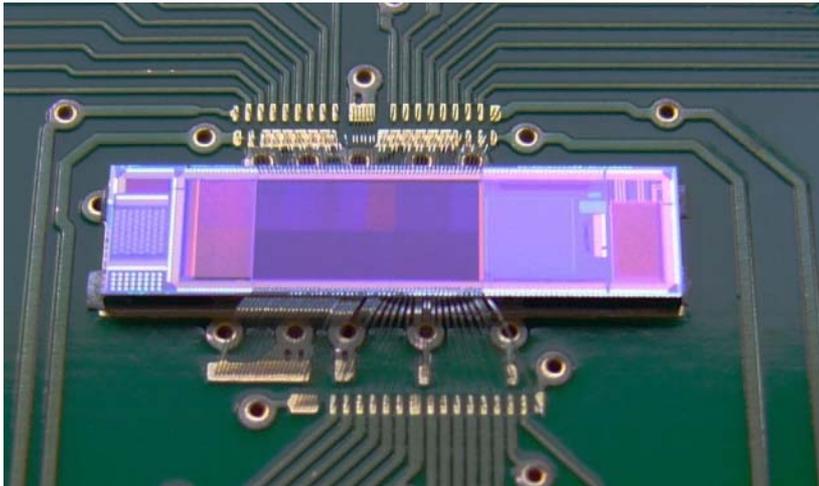


## Présentation du groupe PICSEL

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

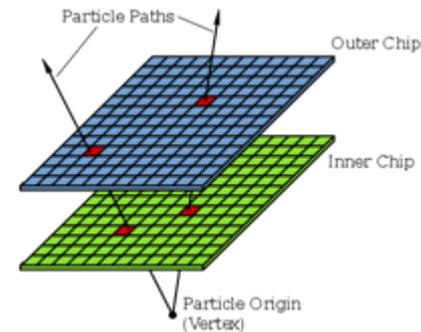
---

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

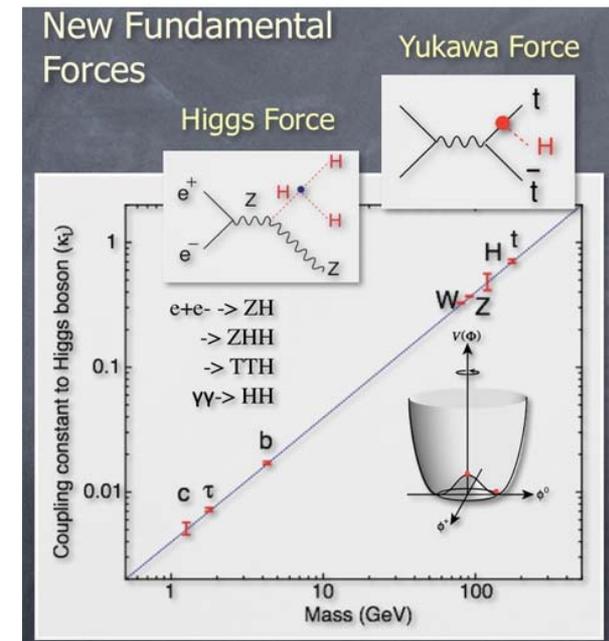
## Concepteurs micro-électronique

11 ingénieurs  
7 doctorants

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

# Motivations: à l'aube d'une nouvelle ère

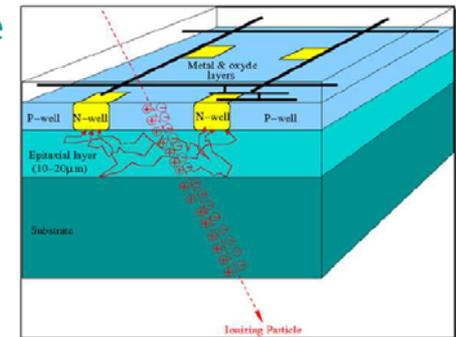
- 2012: découverte d'un nouveau boson au LHC
  - Mais qui est-il ?
- Nécessité de comprendre sa nature et ses propriétés
  - Est-ce bien le boson de Brout-Englert-Higgs ?
  - Est-il standard ? Est-il supersymétrique ?
    - Mesure précise de ses propriétés indispensable (couplages, Br, nbs quantiques, 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

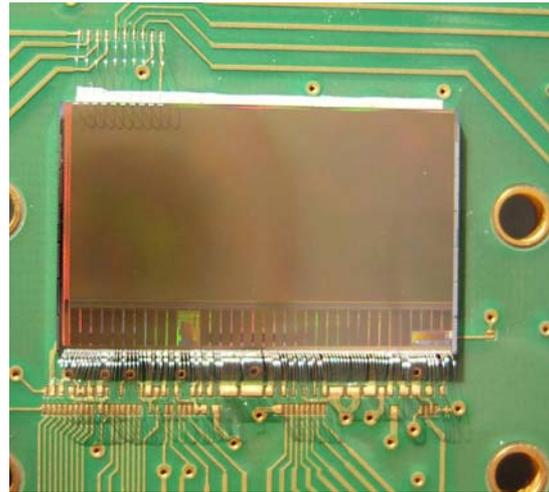
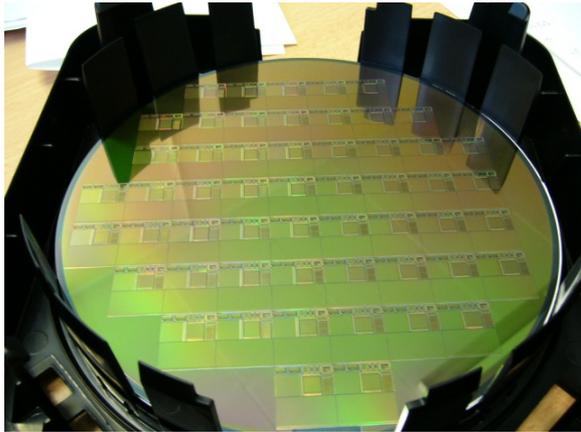
# Les détecteurs à pixels – la technologie CMOS

- 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  $\tau$ )
- 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

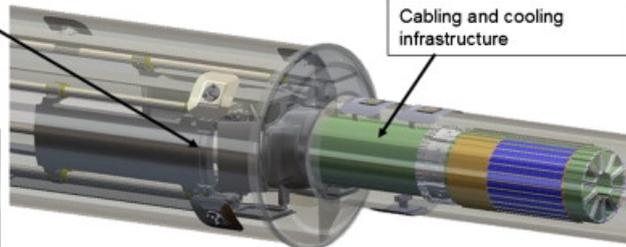
# De la fabrication a l'intégration



Mechanical support with kinematic mounts (insertion side)

carbon fiber sector tubes (~ 200um thick)

Cabling and cooling infrastructure



RDO buffers/drivers

MAPS

2x2

cm<sup>2</sup>

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.)

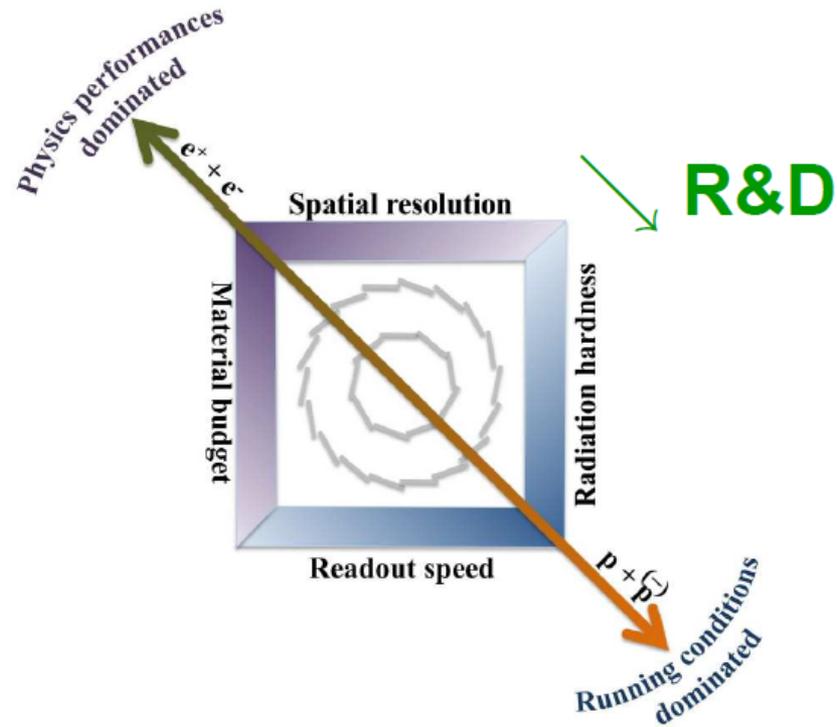
Le groupe possède un savoir-faire unique de la conception à l'application

# 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?

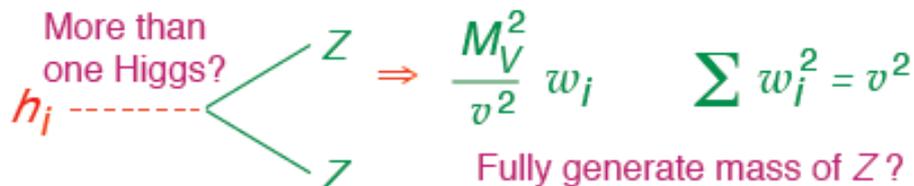
Is it the SM Higgs boson?

- **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,  $\sigma$**

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



- Decays to other bosons: **Br's,  $\sigma$**



- Form of Higgs Potential, self-coupling,  $\lambda_{HHH}$   **$\sigma_{ZHH}$**

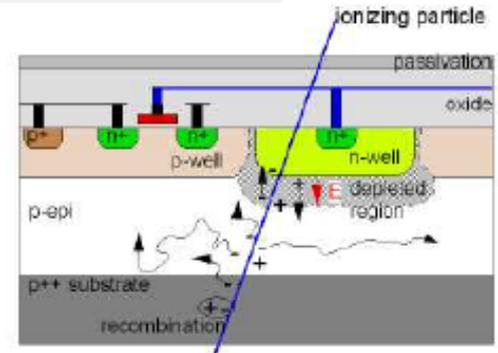
- **Total Width** (direct) or **Br's,  $\sigma$**  (indirect)

- 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 ( $1500 \text{ cm}^2$ )  $\Rightarrow$  400 sensors for  $\sim 150$  keuros ( $0.35 \mu m$  process)

