

# Développement du nouveau détecteur à pixel d'ATLAS

Teddy Todorov, Emmanuel Sauvan



# Le cadre d'Enigmass:

## *Higgs and Electroweak Symmetry Breaking:*

extended versions. When the full energy and highest luminosity become available, our task is to exploit vector boson scattering.

### *1.2.2 Technical hurdles and challenges, R&D*

#### *A. LHC ATLAS and LHCb, the Linear Collider experiment, theoretical tools*

phase I. The inner tracker performances will slowly degrade due to the radiation level in operation. Therefore a three-step planning is scheduled: a consolidation phase with the addition of silicon layer closer to the beam pipe for the phase 0, followed by the replacement in two steps of the other components of the tracker. LAPP and LPSC are involved in this process.

Discoveries will be made only if one controls all aspects of the detector but also the signals from ordinary Standard Model processes as incorporated in simulation tools such as Monte Carlos. LAPTh and the LPSC theory groups are internationally recognized for their expertise in theoretical precision computations of SM (QCD and Electroweak) as well as new physics processes especially for one-loop processes. They are at the origin of

# Un projet de développement instrumental

## Feuille de route du LHC

### Instrumentation

#### LAPP

T. Todorov, 0.8 FTE

C. Goy, 0.3 FTE

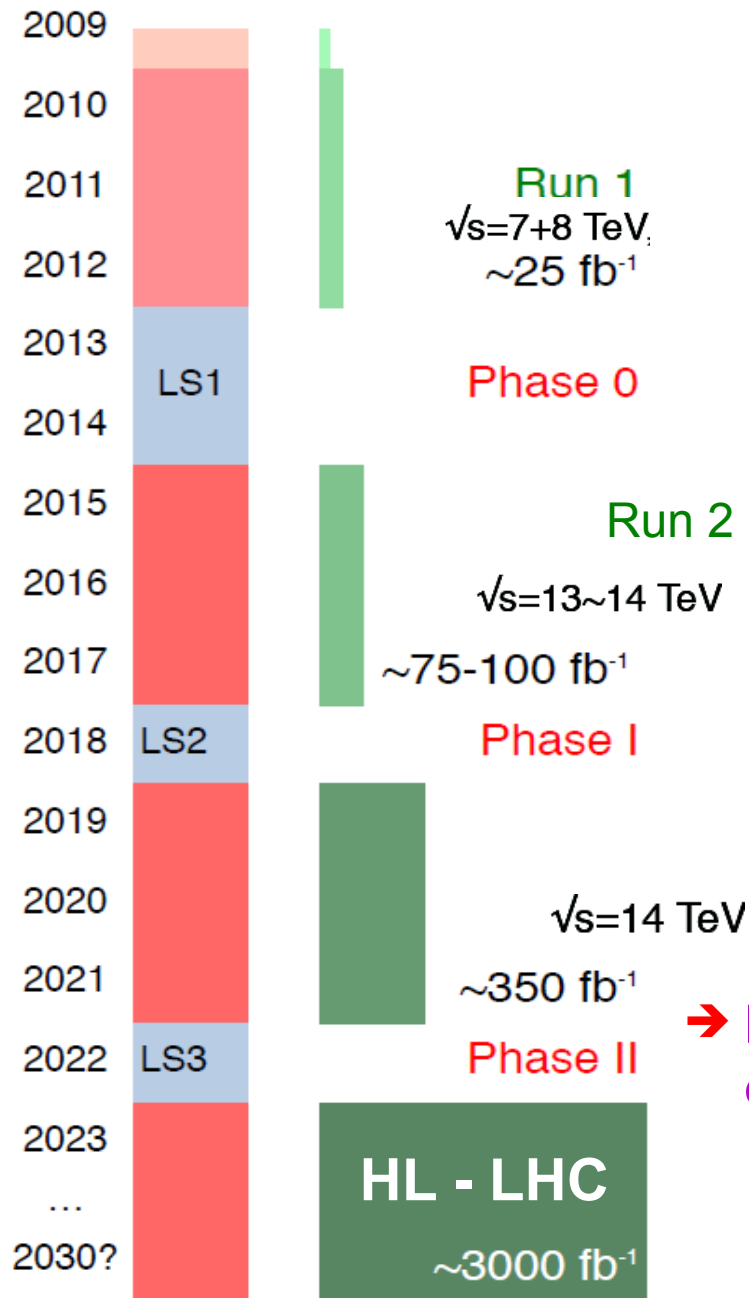
R. Lafaye, 0.4 FTE

J. Levêque, 0.4 FTE

#### LPSC

J. Collot, 0.3 FTE

[ Incorporé aussi dans  
une demande d'ANR  
AlpHiggs, non retenue ]



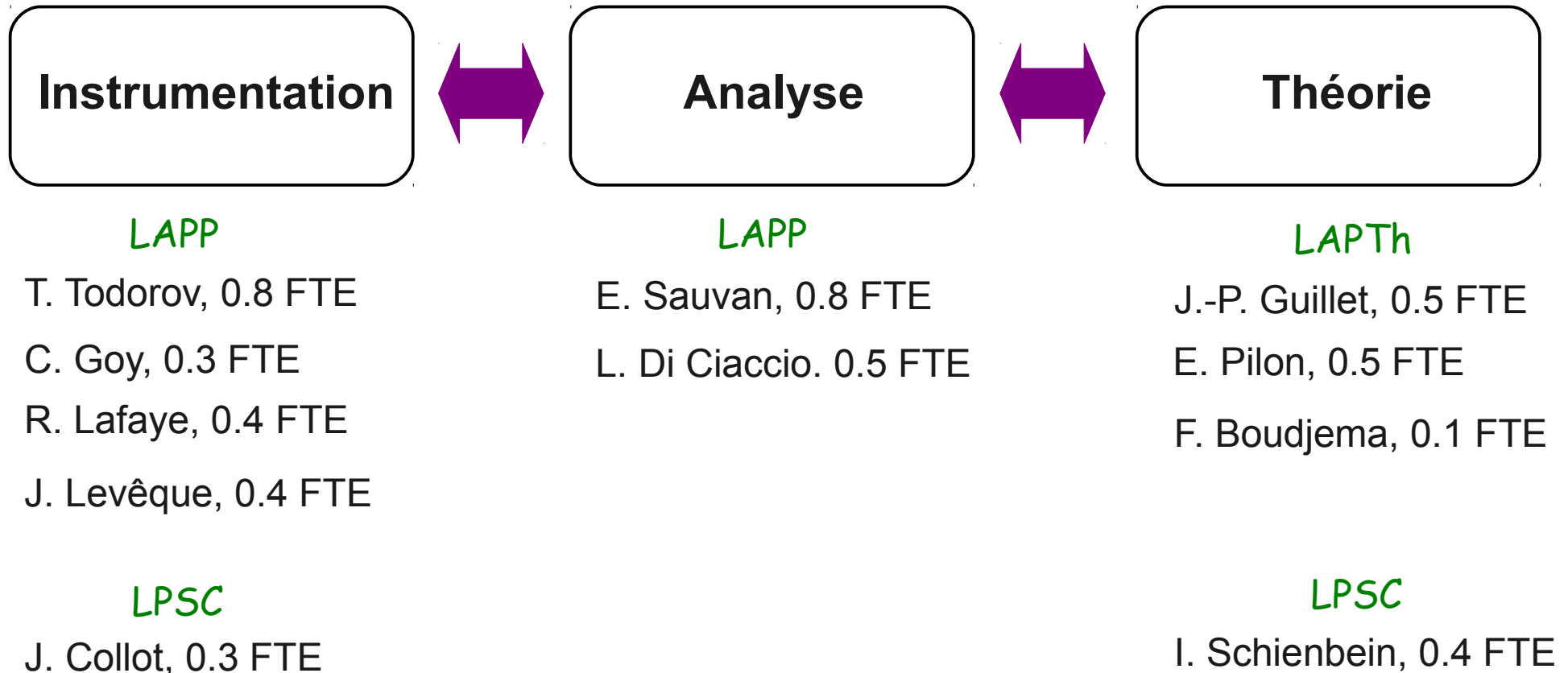
→ Nouveau détecteur de traces nécessaire

(irradiation, et taux d'occupation du présent détecteur trop élevés)

Physique associée ?

# Un projet qui pourrait être plus global

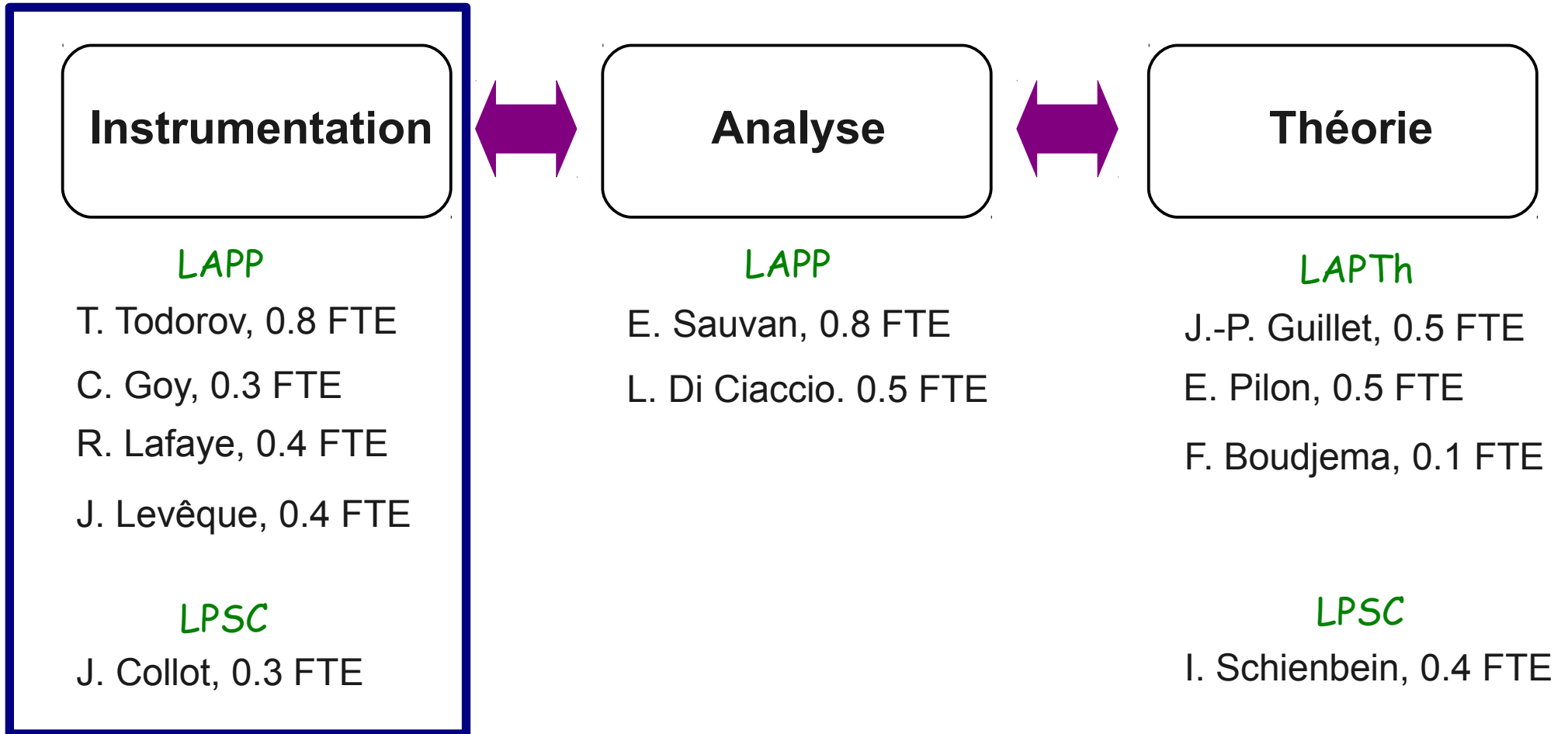
- Autour de la thématique multi-bosons, diffusion de bosons vecteurs



➔ Renforcer la synergie au sein d'Enigmass

# Un projet qui pourrait être plus global

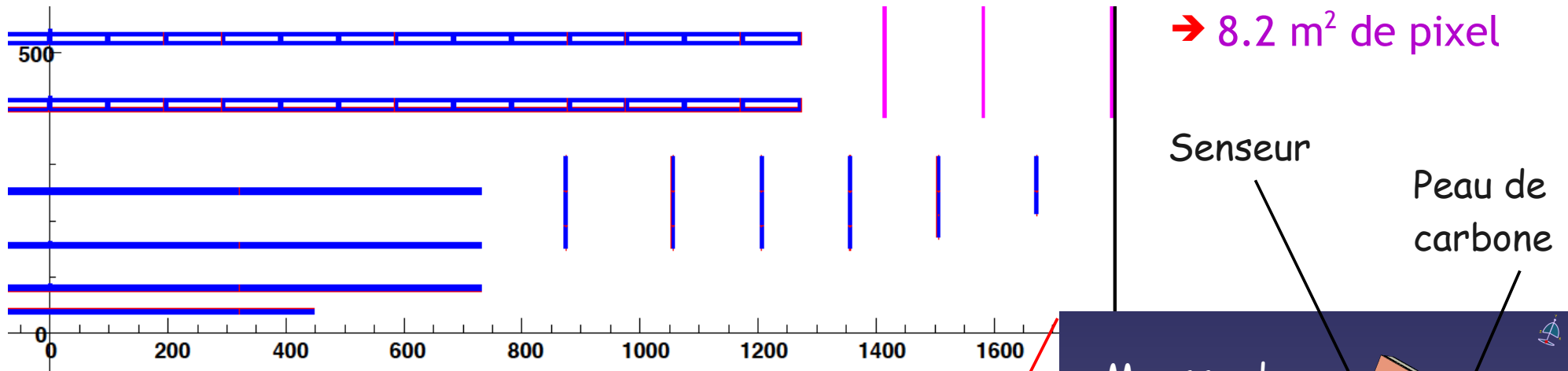
- Autour de la thématique multi-bosons, diffusion de bosons vecteurs



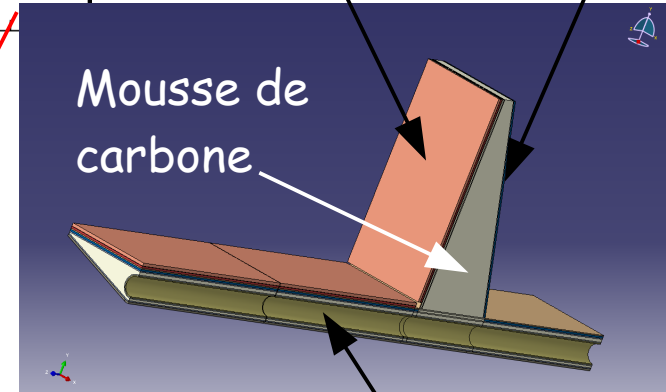
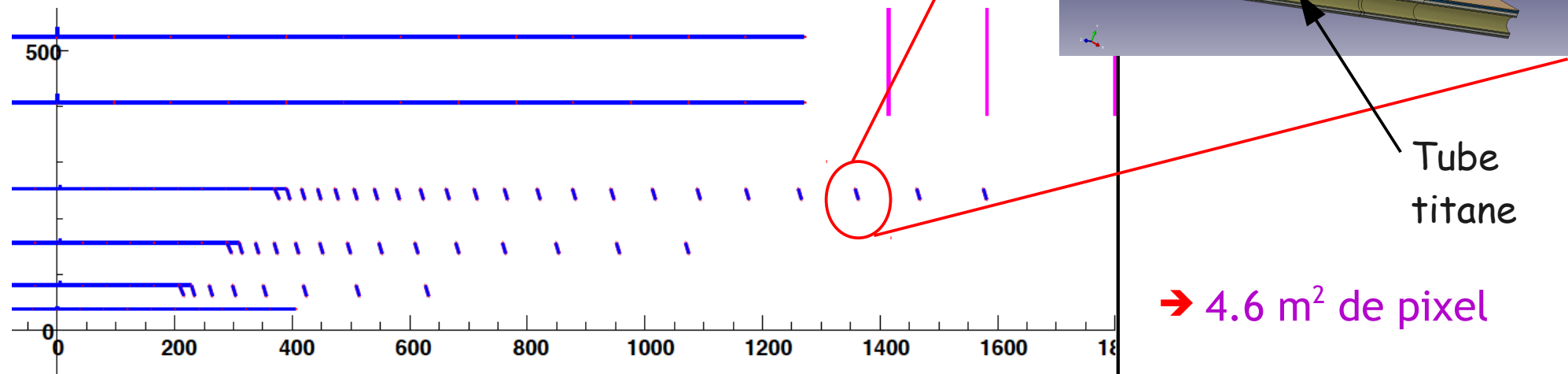
➔ Renforcer la synergie au sein d'Enigmass

# Détecteur à pixel : le concept Alpin

- Schéma par défaut des pixels dans la lettre d'intention d'ATLAS

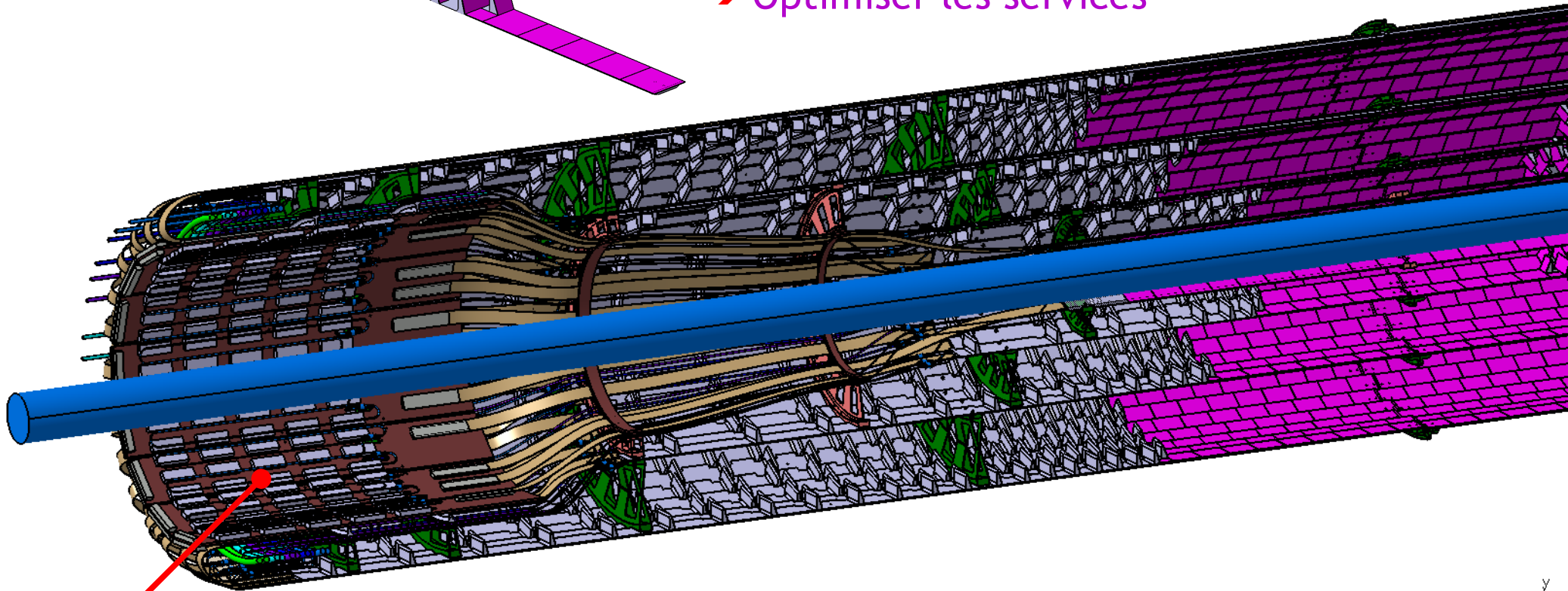
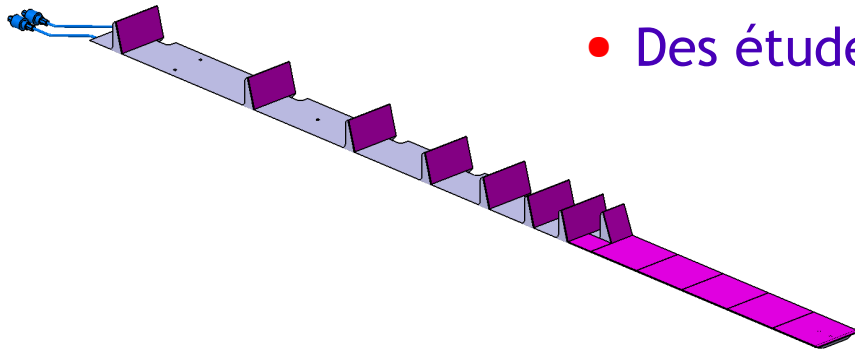


- Schéma Alpin proposé par le LAPP



# Détecteur à pixel : le concept Alpin

- Des études CAO approfondies déjà réalisées
  - Minimiser la matière traversée
  - Optimiser les services



• Carte d'interconnection

- Routage des services, concentration de données, conversion optique

→ Collaboration LAPP, LPSC envisageable

# Développements actuels

- Tests thermiques au LAPP bien avancés



[Banc de test au LAPP]

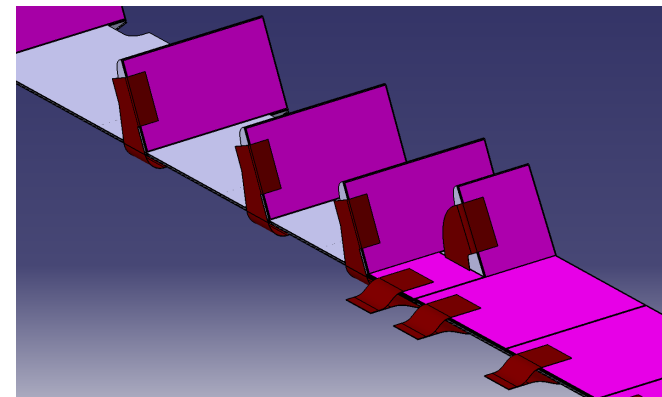
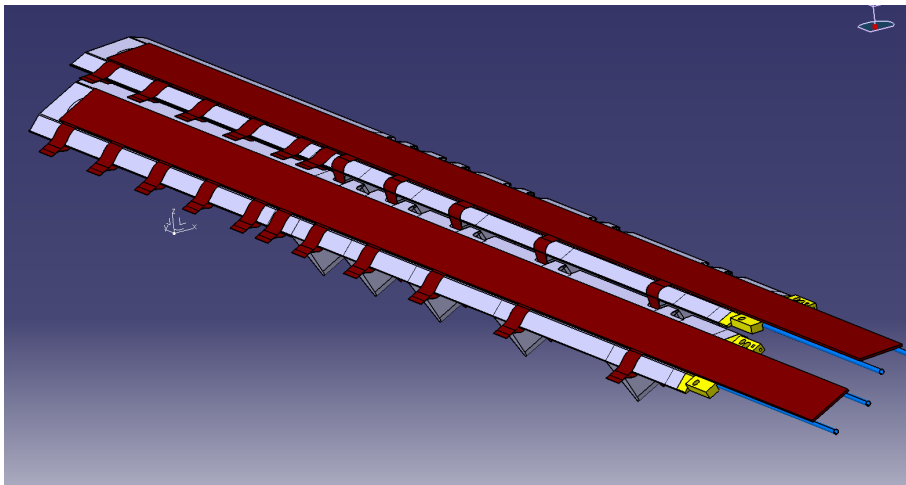
→ 1 thèse en cours au LAPP

→ Résultats présentés à ATLAS

→ Test de 2 prototypes thermo-mécaniques (1m) terminés pour fin 2013



- Distribution du signal : longueur, nombre de lignes, vitesse sans précédent



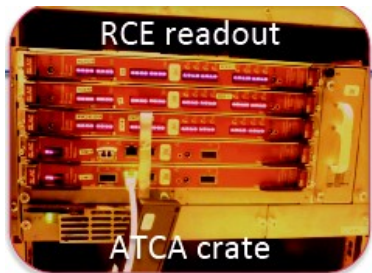
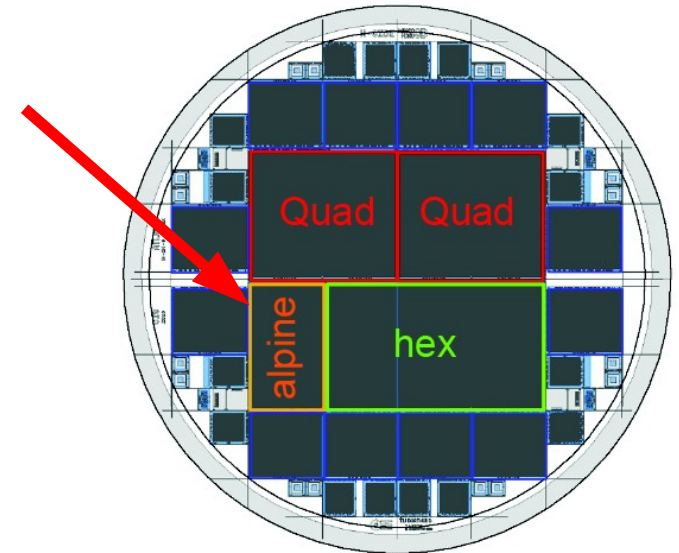
→ Programme de prototypage des “flex” d'échelles en cours



# Etapes suivantes : un démonstrateur

- Production de modules Alpains de test prévue dans ATLAS
  - ➔ Montre le support de la collaboration ATLAS pour le concept Alpin

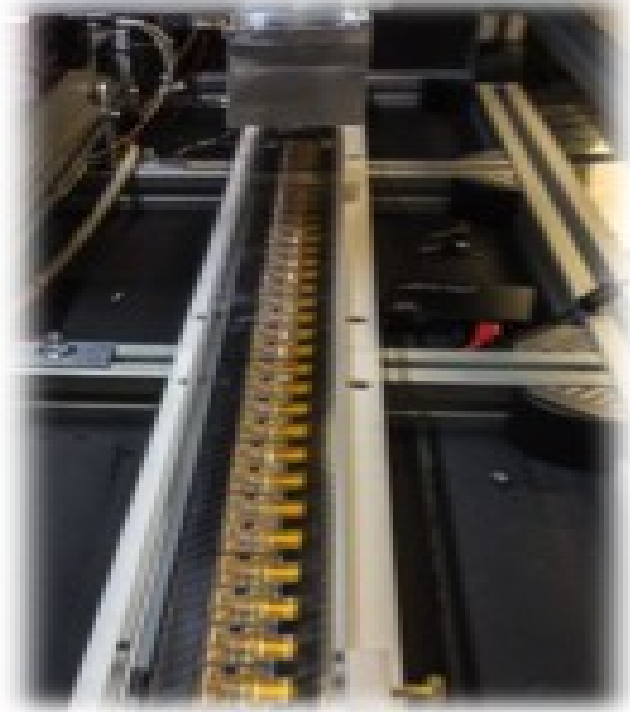
➔ Printemps 2014



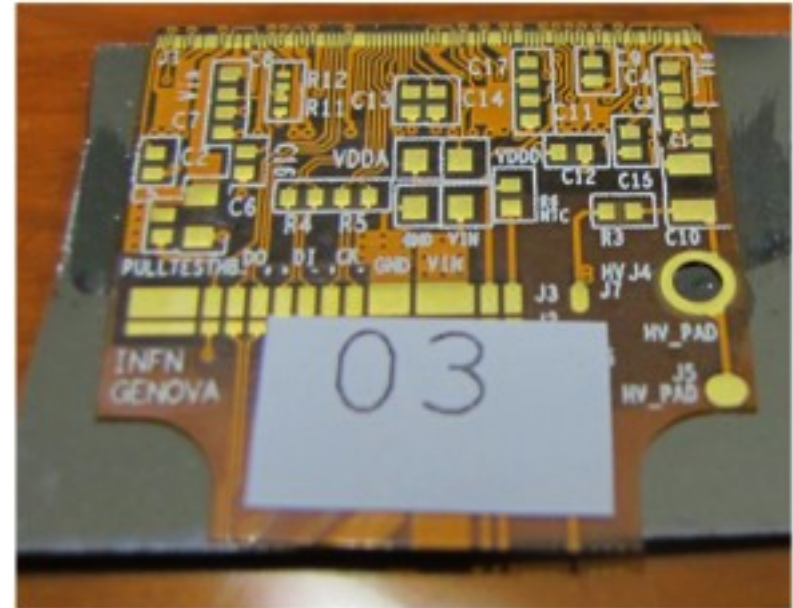
- Besoin de monter un banc de test avec échelle complète (mécanique+modules+flex) au LAPP

# Etapes suivantes : un démonstrateur

- Exemple d'échelle complète pour l'IBL



- Flex de modules pour l'IBL

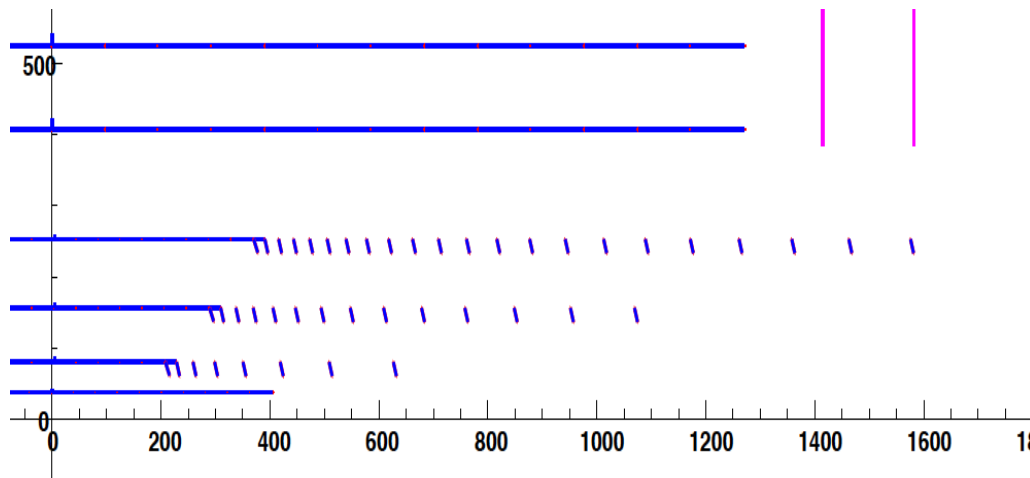


→ Besoin d'un post-doc autonome, avec expertise sur le sujet

↘ Résultats pour la rédaction du TDR Pixel d'ATLAS (fin 2015 / début 2016)

- Les compétences du post-doc pourraient aider aussi pour l'étude des cartes de lecture (synergie avec le LPSC)

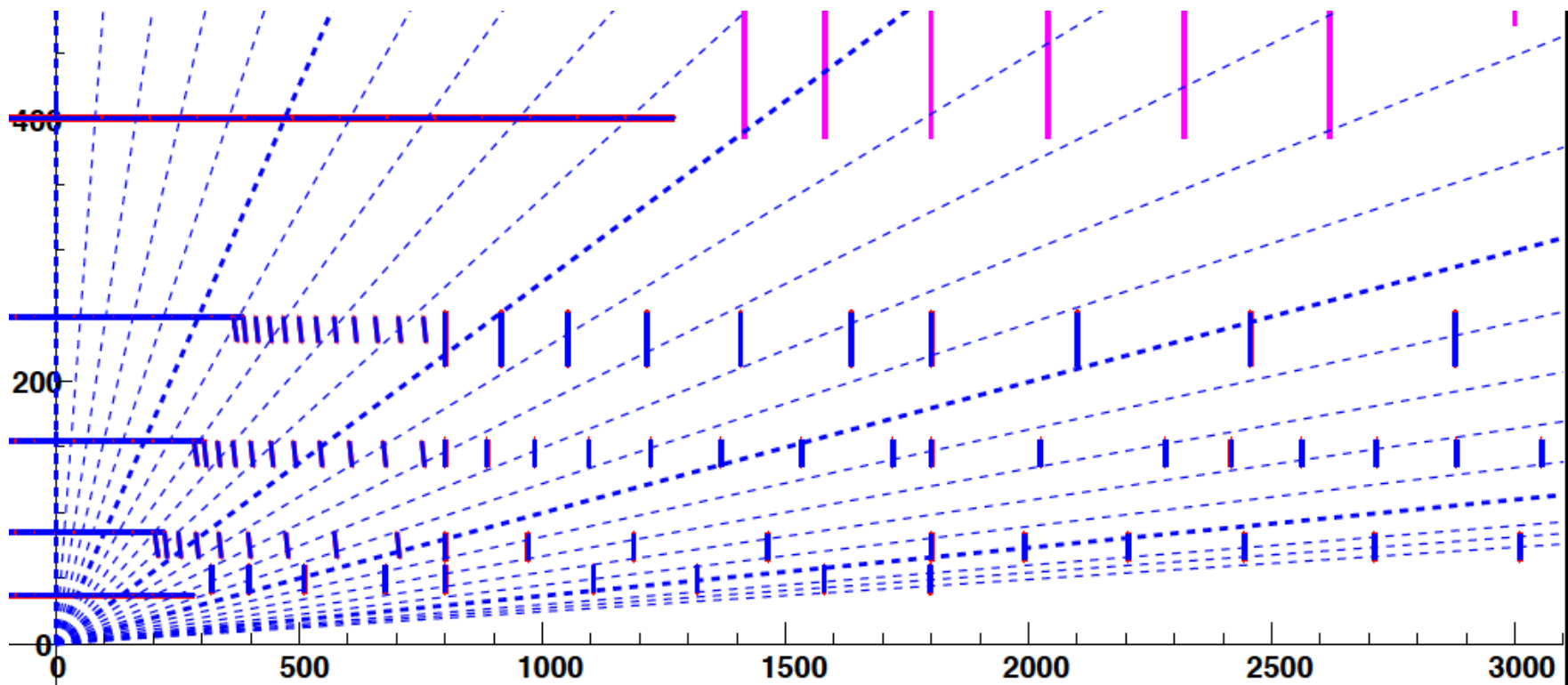
# Etapes suivantes : extension vers l'avant



- Proposition du LAPP : surfaces cylindriques hermétiques jusqu'à 3m

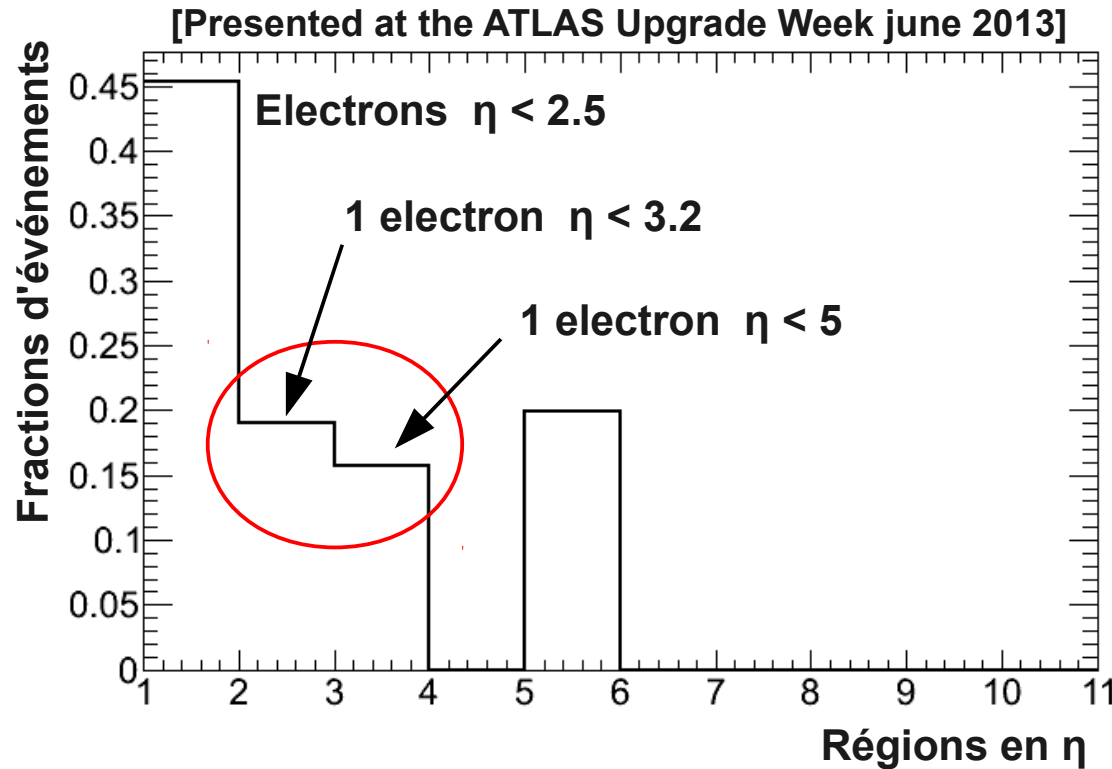
→ Intérêt manifesté par le LPSC

→ Avantages pour la physique à étudier



# Extension des pixels vers l'avant

- Des études Monte Carlo nécessaires
  - ➔ Pour justifier la nécessité de traces à l'avant
  - ➔ Pour inclure le concept dans le TDR Pixel d'ATLAS fin 2015
- Exemple de gain possible pour la physique :  $ZZ \rightarrow 4e$  à 14 TeV



➔ Des études préliminaires du LAPP :  
Gain de 30 - 35%

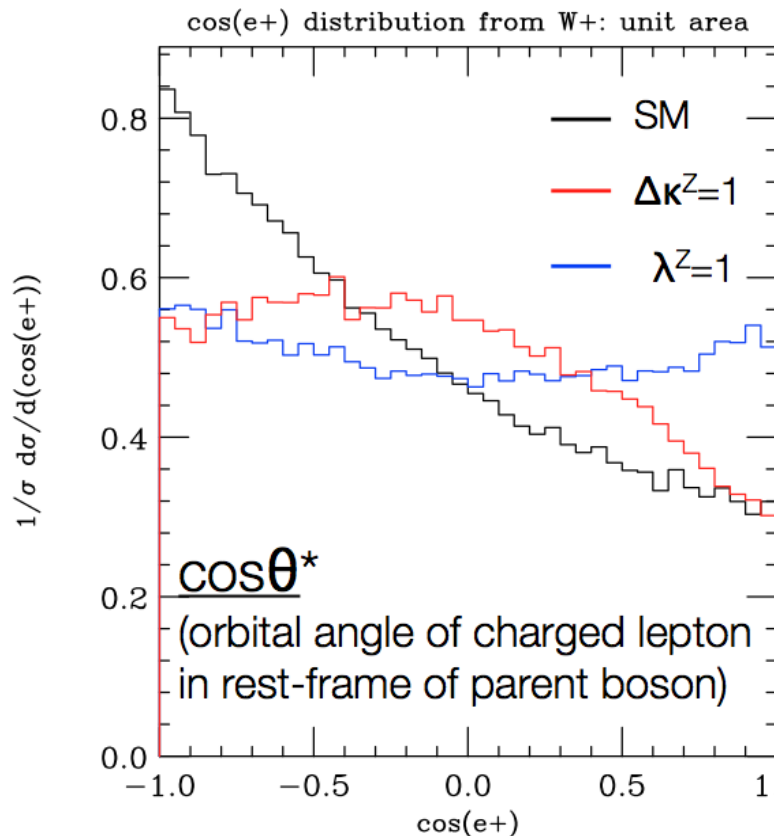
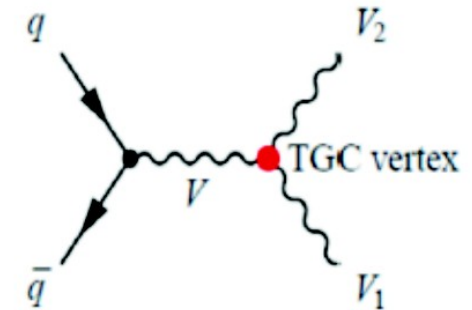
➔ Les études MC doivent s'appuyer sur les données actuelles

# Di-bosons au LAPP

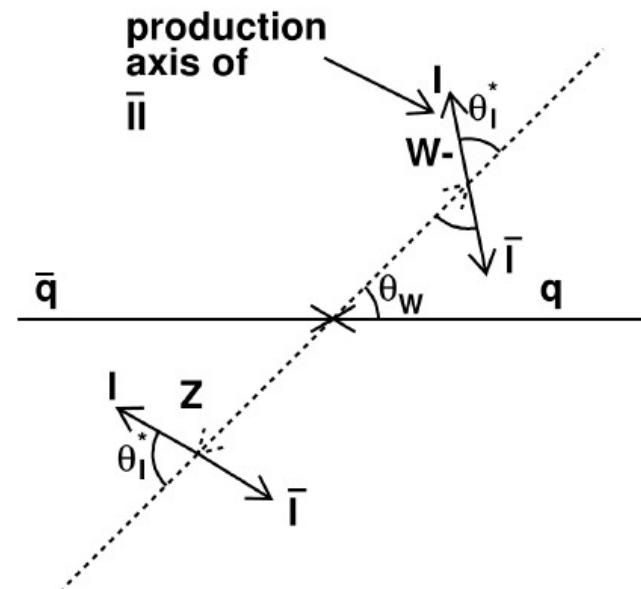
- A 8 TeV, mesure de section efficace WZ et limites sur aTGCs

→ Actuellement, fort impact du LAPP dans l'analyse finale ATLAS à 8 TeV

→ Groupe réduit de 4 +1 thèse à 2 +1 thèse en août 2013

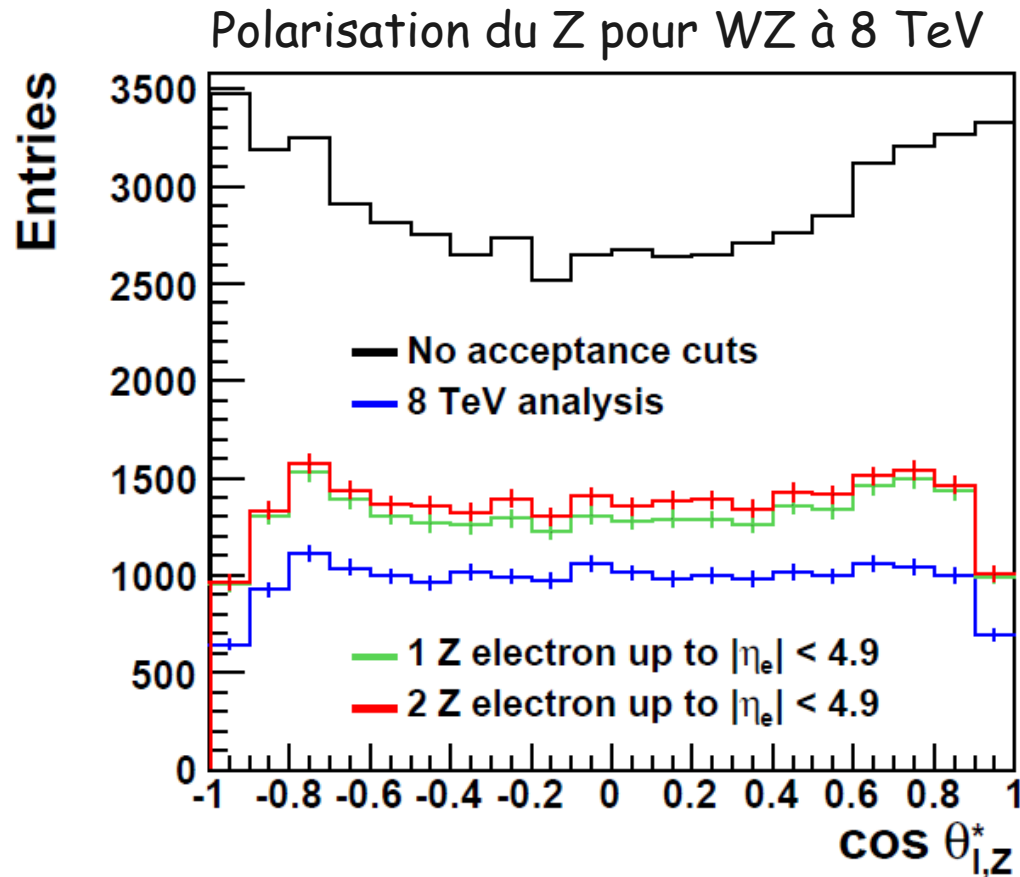


→ Notre proposition nouvelle dans ATLAS : exploiter les distributions angulaires / corrélations de spin



# Di-bosons à l'avant

- Apport potentiel d'un détecteur de traces étendu à l'avant

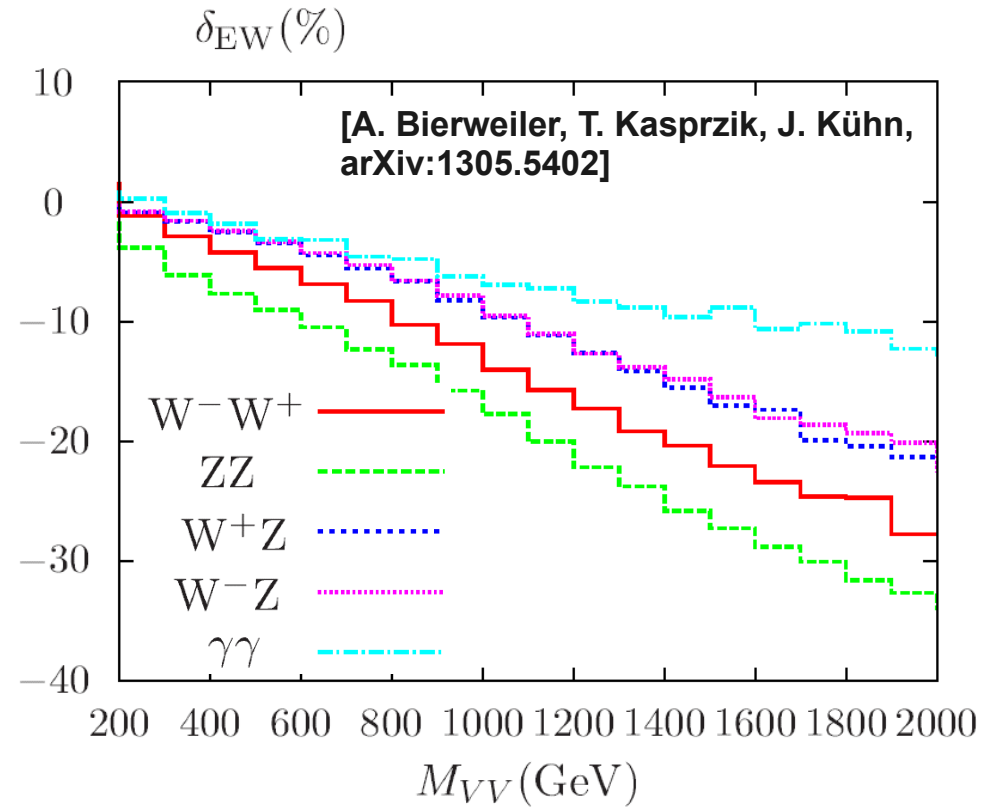


- Méthodes à développer sur les données actuelles
- A utiliser en 2015 à 13 TeV
- Etudes à mener pour la conception du futur détecteur à pixels

- ↘ Renfort nécessaire
- ↘ A terminer pour le TDR "pixel" ATLAS HL-LHC (fin 2015 /début 2016)

# La problématique théorique

- Corrections électro-faible  
NLO EW ~ NNLO QCD
- Mais des effets  
d'augmentation  
systématiques existent
  - Des distorsions qui peuvent  
ressembler à des effets de  
couplages anormaux



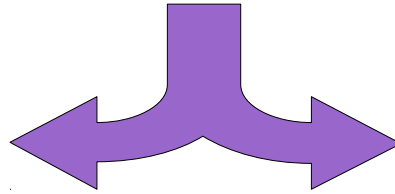
- Calculs existants seulement pour des bosons “on-shell”
- Problème de description complète des leptons de décroissance
- Pas de calculs pour le VBS ou la production de 3 bosons de gauge
- Nécessaire pour exploiter les données futures du LHC

# Notre vision sur le long terme

## Qualification expérimentale du mécanisme d'"EWSB"

### • Propriétés du Higgs

- Précision de 5-10% sur les couplages au HL-LHC
- Mesure de l'auto-couplage du Higgs à ~30% au HL-LHC



### • Diffusion de bosons vecteurs (VBS) $V_L V_L \rightarrow V_L V_L$

- Teste la dynamique du mécanisme d'EWSB
- Le Higgs unitarise complètement la section efficace ?
  - Nouvelle physique ?

### → Notre proposition :

- États finaux di-(multi-) bosons
- Couplages à 3, 4 bosons
- Exploiter la polarisation longitudinale

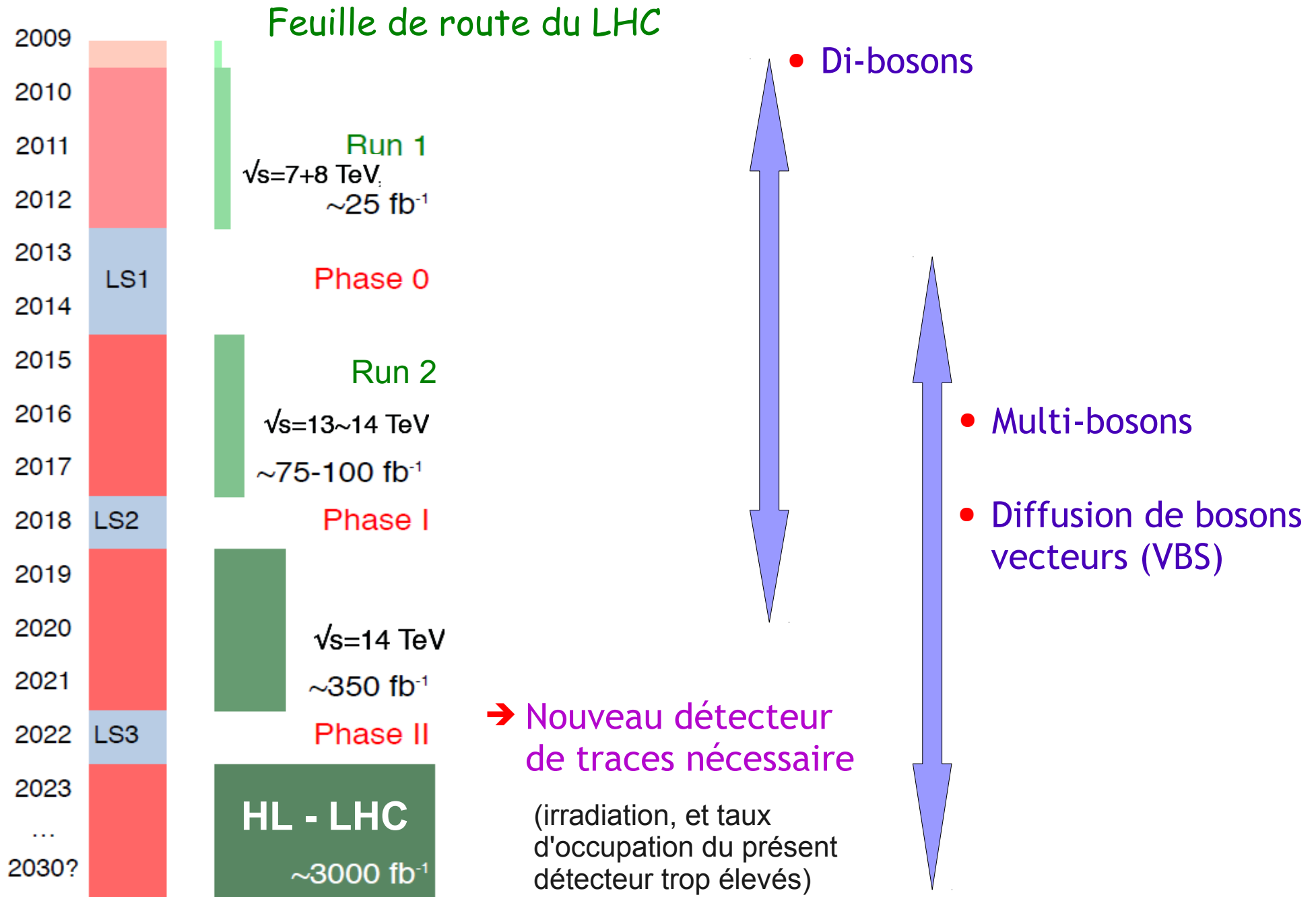


# Notre demande

- Un post-doc autonome pour l'instrumentation :
  - Mise en place banc de test / démonstrateur concept Alpin
    - ↘ Expertise pointue requise
  
- ↘ Pour un projet plus global, besoins à court terme :
  - Un post-doc pour l'analyse et études de performances :
    - Optimisation de géométrie de détection de traces à l'avant et scénarii de physique
    - S'appuie sur l'analyse des données actuelles et à 13 TeV
    - Lien entre théorie et développements instrumentaux
  
  - Un post-doc pour la théorie

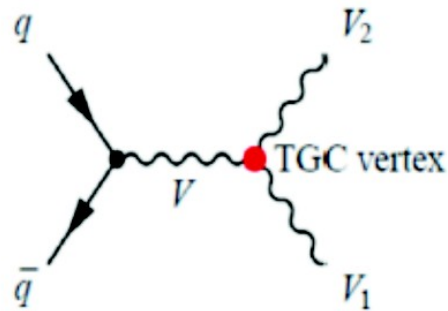
# *Suppléments ...*

# Physique et développements instrumentaux

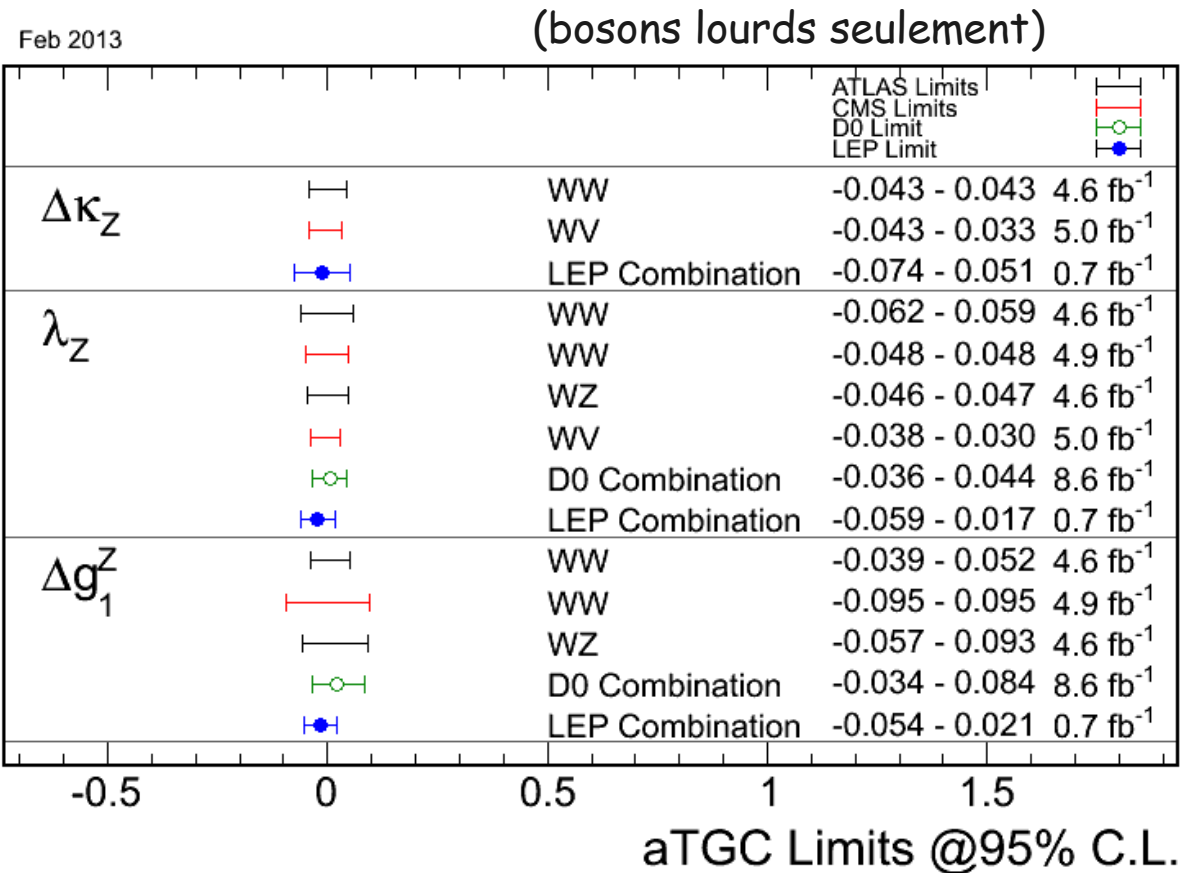


# Di-bosons : Etat actuel

- Limites sur les couplages anormaux aTGC :



- Le LHC commence à concurrencer le LEP
- Analyse de toutes les données à 8 TeV en cours



- Seules les distributions en moment transverse sont utilisées
- Notre proposition : exploiter les distributions angulaires / corrélations de spin
- Mesures de polarisation

# Vers la diffusion de bosons vecteurs

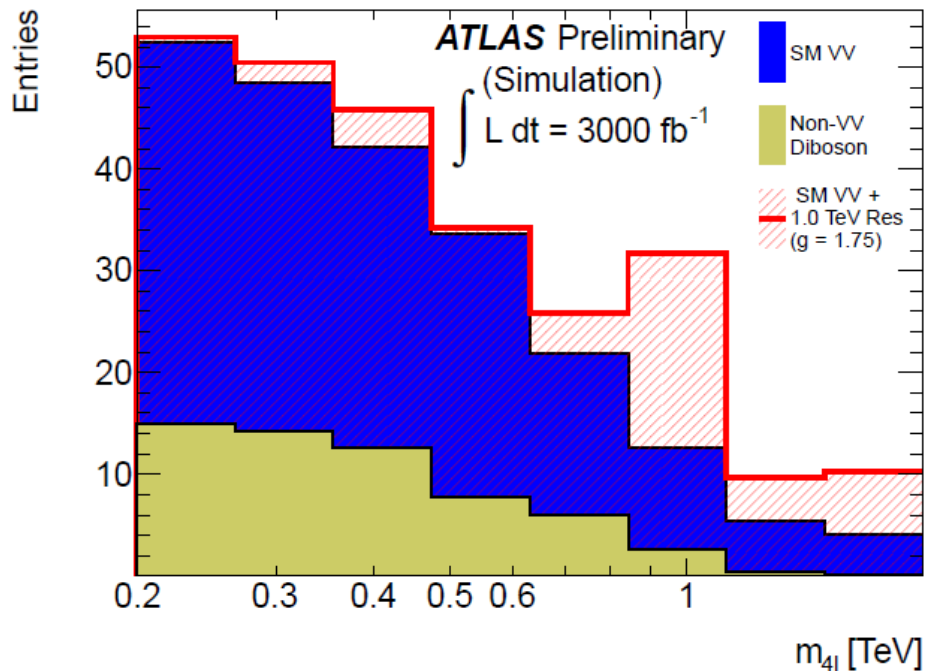
- Long terme (2015-2016) : VBS  $W_L Z_L \rightarrow W_L Z_L$

→ Pour le LHC run 2, puis le HL-LHC

→ Très peu d'études à ce jour

→ Exploiter les mesures de polarisation

- Un exemple de sensibilité attendue avec  $ZZ \rightarrow 4l + 2j$  (ATLAS)



model	$300 \text{ fb}^{-1}$	$3000 \text{ fb}^{-1}$
$m_{\text{resonance}} = 500 \text{ GeV}, g = 1.0$	$2.4\sigma$	$7.5\sigma$
$m_{\text{resonance}} = 1 \text{ TeV}, g = 1.75$	$1.7\sigma$	$5.5\sigma$
$m_{\text{resonance}} = 1 \text{ TeV}, g = 2.5$	$3.0\sigma$	$9.4\sigma$

- VBS paramétré par un Lagrangien électro-faible chiral
- Higgs à 126 GeV + 1 résonance additionnelle

→ Sensibilité dès  $300 \text{ fb}^{-1}$