

Programme upgrade LHC

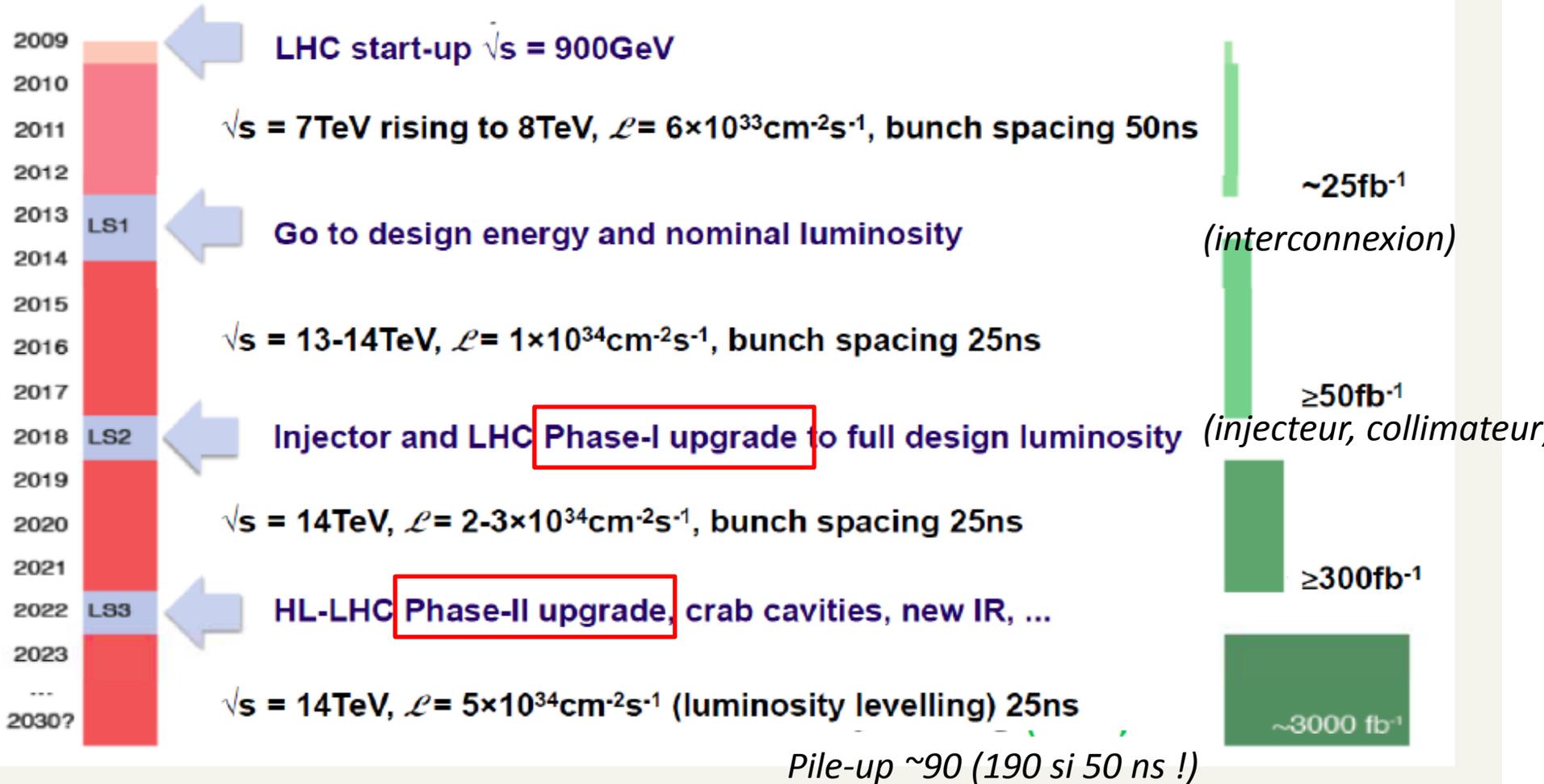
- *Sous-titre (SPP) : améliorations des détecteurs en vue du LHC à Haute-Lumi (HL-LHC)*
- *Sous-titre (prospectives) : comment tout ça s'organise et va s'organiser*

- **Planning LHC et HL-LHC**
- Projets d'améliorations de CMS et Atlas
 - (Atlas) à Saclay : AFP / LAr / NSW
- **Organisation**
- **Conclusion**
- ***Propositions de discussions / questions***

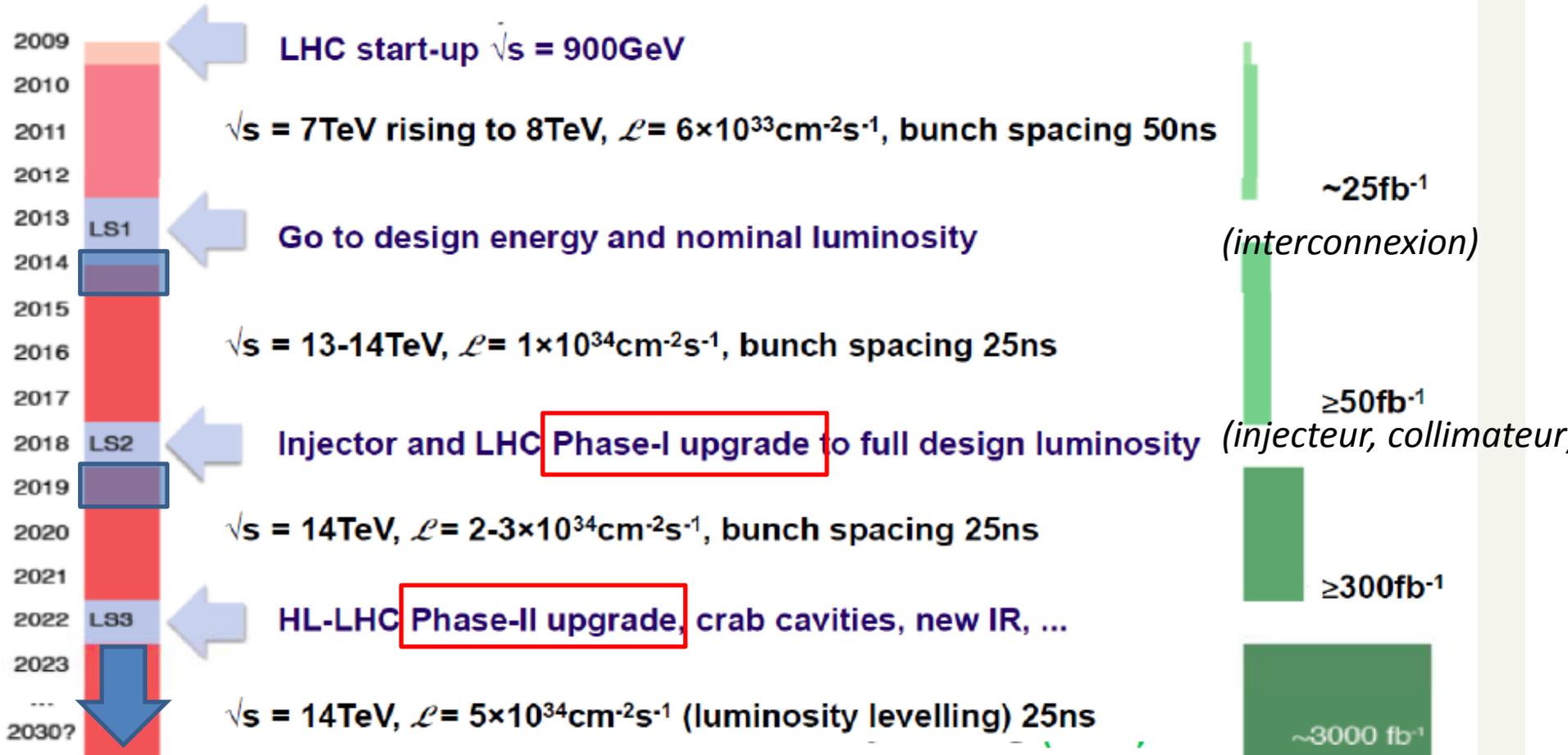


Philippe Schune
20 février 2013

3ème Lambertiade du SPP
Journée de prospectives



« Confidences » lors du repas suivant le séminaire de Lucio Rossi
 (séminaire SPP du 17/09/2012) :
 Alice et LHCb demandent un arrêt ~18 mois



Décalage + prolongation du LS3 ?
 => Fonctionnement du LHC en mode « 3+2 » ?

Pile-up ~90 (190 si 50 ns !)

Programme upgrade LHC



- **Planning LHC et HL-LHC**
- Projets d'améliorations de CMS et Atlas
 - (Atlas) à Saclay : AFP / LAr / NSW
- **Organisation**
- **Conclusion**
- ***Propositions de discussions / questions***

Nécessité des upgrades

***Continuer de fonctionner à haute luminosité
et pouvoir trier les évènements sans tuer la physique
(coupure ~20 GeV)***

=> trois types de catégories d'upgrade :

- problème de trigger (saturation)
- problème de tenue aux radiations (~10 kHz/cm²)
- problème de combinatoires (tracker interne gazeux Atlas)

Plus les combinaisons possibles. Par ex. NSW : trigger + radiation.

Coûts globaux des upgrade I + II (par manip) :

> 200 M-CHF ~ 165 M-euros

{ L1 : ~75 kHz max
L2 : ~3.5 kHz max
EF : ~200 Hz max

Nécessité des upgrades

Continuer de fonctionner à haute luminosité et pouvoir trier les événements sans tuer la physique (coupure ~ 20 GeV)

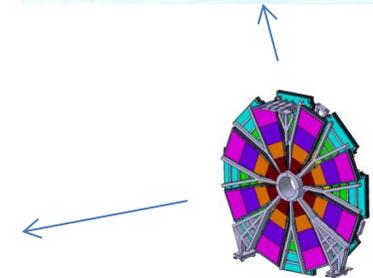
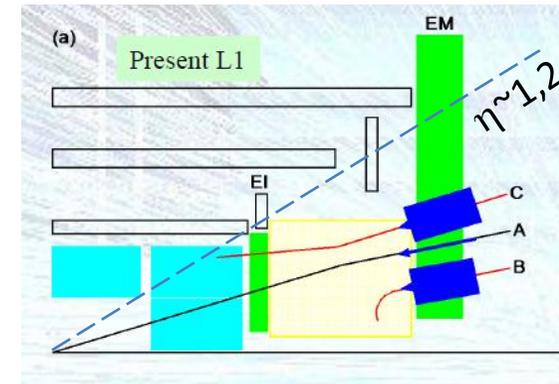
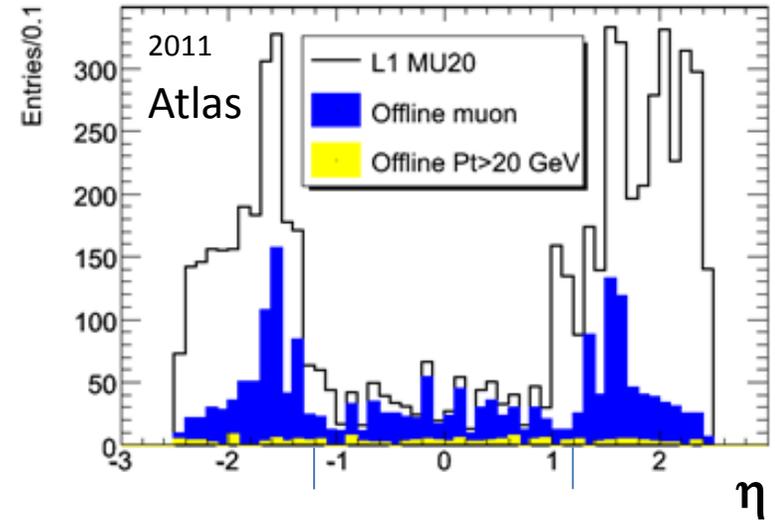
=> trois types de catégories d'upgrade :

- problème de trigger (saturation)
- problème de tenue aux radiations (~ 10 kHz/cm²)
- problème de combinatoires (tracker interne gazeux Atlas)

Plus les combinaisons possibles. Par ex. NSW : trigger + radiation.

- L1 : ~ 75 kHz max
- L2 : ~ 3.5 kHz max
- EF : ~ 200 Hz max

η distribution of Rols



At $L = 3 \times 10^{34}$

Single μ L1 rate (kHz)

	Mu20	Mu40
Without NSW	60	29
With NSW	22	10
NSW + phase-0	17	8



CMS Upgrade program

30 octobre 2012 CMS Report, CERN RRB
J.Incandela (UCSB/CERN)

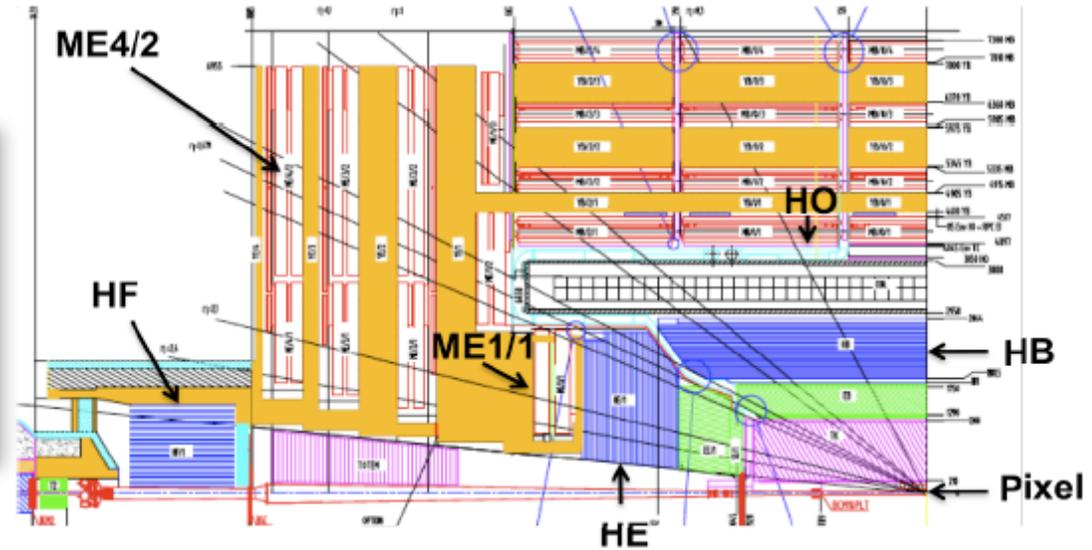
UCSB/CERN

J. Incandela

Phase--0

LS1 Projects: in production

- Completes muon coverage (ME4)
- Improve muon operation (ME1), DT electronics
- Replace HCAL photo-detectors in Forward (new PMTs) and Outer (HPD → SiPM)



October 30, 2012 CMS Report, CERN RRB 35

Phase 1 Upgrades (TDRs)

- New Pixels, HCAL electronics and L1-Trigger
- Preparatory work during LS1
 - New beam pipe
 - Install test slices
 - pixel, HCAL, L1-trigger
 - Install ECAL optical splitters
 - L1-trigger upgrade, transition to operations

Phase 2: Now being defined

- Tracker Replacement, Track Trigger (GEM ?)
- Forward : Calorimetry and Muons and tracking
- Further Trigger upgrade

On peut faire confiance au groupe CMS-Saclay pour se positionner astucieusement sur les upgrades (trigger). Ressources ?

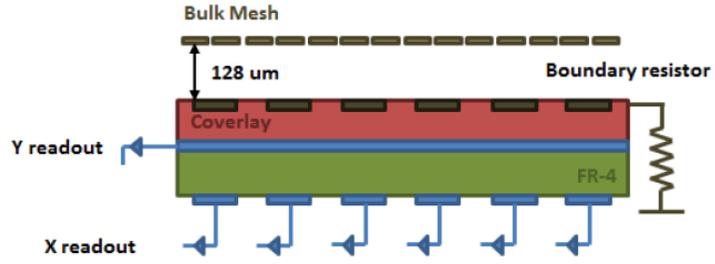
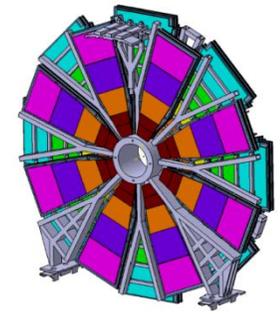
Programme upgrade LHC

- 
- **Planning LHC et HL-LHC**
 - Projets d'améliorations de CMS et Atlas
 - (Atlas) à Saclay : AFP / LAr / NSW
 - **Organisation**
 - **Conclusion**
 - ***Propositions de discussions / questions***

(gros effort IN2P3 dans la phase-II : tracker interne Atlas)



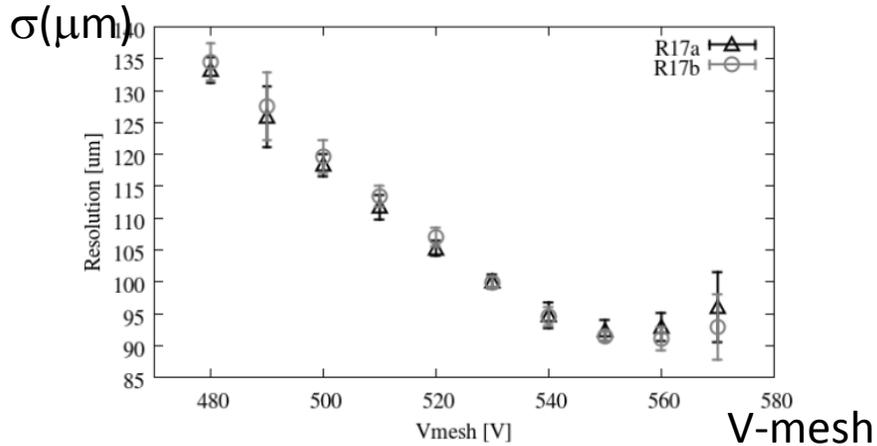
Atlas NSW



Résistance linéaire de $\sim 50 \text{ M-}\Omega \cdot \text{cm}^{-1}$ +
 une résistance en bout $\sim 100 \text{ M-}\Omega$
 (gain ~ 5000 , Ar:CO₂ 93:7)

Cahier des charges :

- $\sim 1200 \text{ m}^2$ de sTGC + MM
- Détecteurs en multi-plan (4x4)
- Résolution requise : $< 100 \text{ microns}$
- Précision mécanique : $40 \mu\text{m}$ (plan) $\sim 100 \mu\text{m}$ (\perp)
- Trigger L1
- Tenue aux radiations...



Résolution ok après irradiation (n-th, X,
 gamma, alpha : > 10 ans HL-LHC)
 => échéance **Micromegas 2012** : ok.

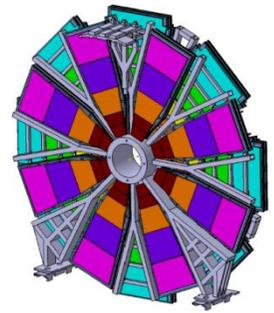
Saclay et al. (avec test-beam)



1x2 m², 1 seul gap, mosaïque de 4 PCB, 1 grille flottante (15/01/2013)



Atlas NSW



La collaboration NSW se construit :

Micromegas : CERN, **Saclay**, Grecs, USA-BNL/*Boston*, *LMU-Munich*, *Italie-INFN*, (*Dubna* ?)

Partenaires industriels (PCB) : France, Italie, USA
(*aussi à travers RD-51*)

sTGC : Chine, Japon, Israël, ...

Objectif : **TDR en mai 2013** (qqes choix déjà faire ?)

Cahier des charges :

- ~1200 m² de sTGC + MM
- Détecteurs en multi-plan (4x4)
- Résolution requise : <100 microns
- Précision mécanique : 40 μm (plan) ~100 μm (⊥)
- Trigger L1
- Tenue aux radiations...

Micromegas :

- Proto grande taille (grille flottante)
- Étude mode μTPC
- Résolution avec champ mag.
- Vieillessement
- Études mécaniques et collage
- Layout, alignement
- (grand) prototype multicouches (précis)
- **Trigger L1**
- Deuxième dimension (?)

SEDI, SPP

SEDI, SIS

SIS, SPP

SEDI, SIS, SPP

SEDI, SPP

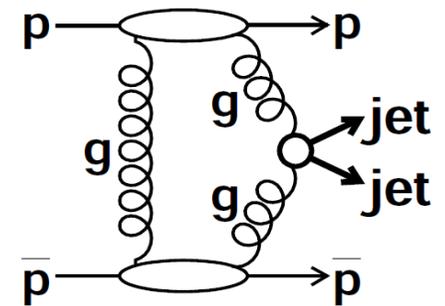
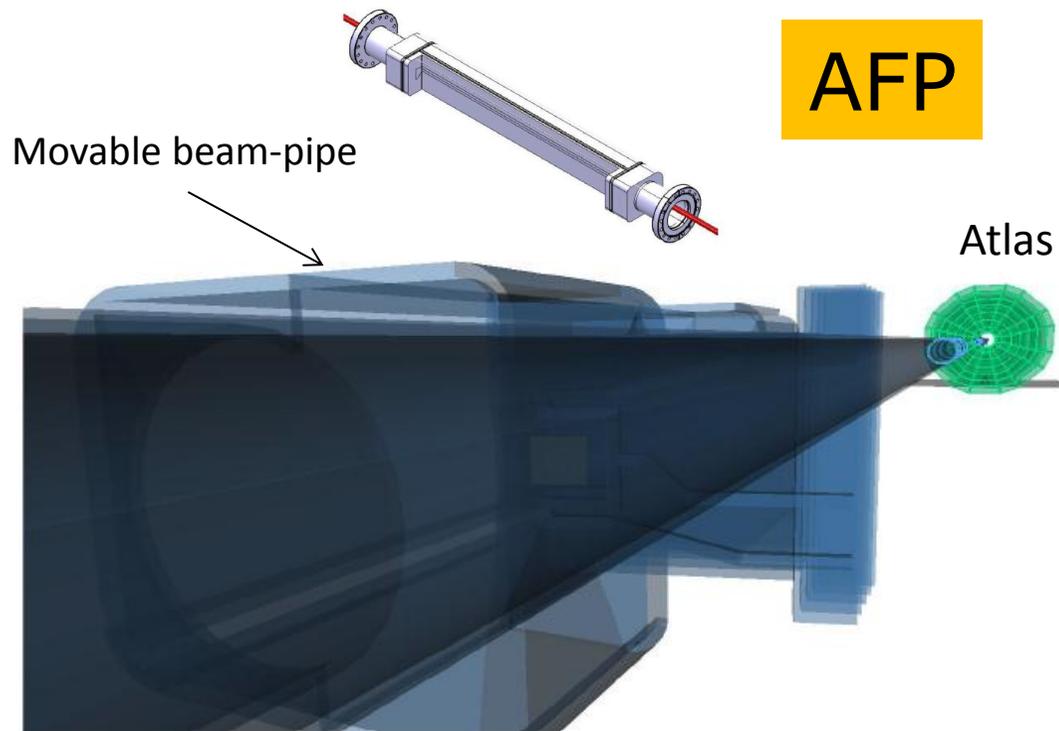
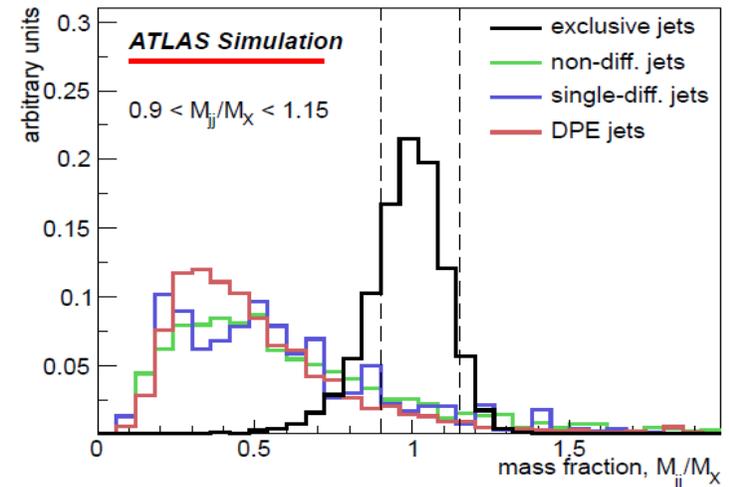
Nouveau !



1x2 m², 1 seul gap, mosaïque de 4 PCB, 1 grille flottante (15/01/2013)

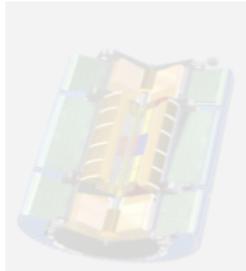
A Saclay :

F.Bauer, P.Daniel-Thomas, E.Ferrer-Ribas, *J.Galan*, W.Gamache, A.Giganon,
P-F.Giraud, P.Graffin, **S.Hassani**, S.Herlant, S.Hervé, F.Jeanneau, H.LeProvost,
(J.Manjarres), O.Meunier, A.Peyaud, P.Ponsot, **Ph.Schune**

300 fb⁻¹ (Phase-I)

- **Tag and measure protons at ± 210 m**
(Trigger: Rely on ATLAS high p_T L1 trigger)

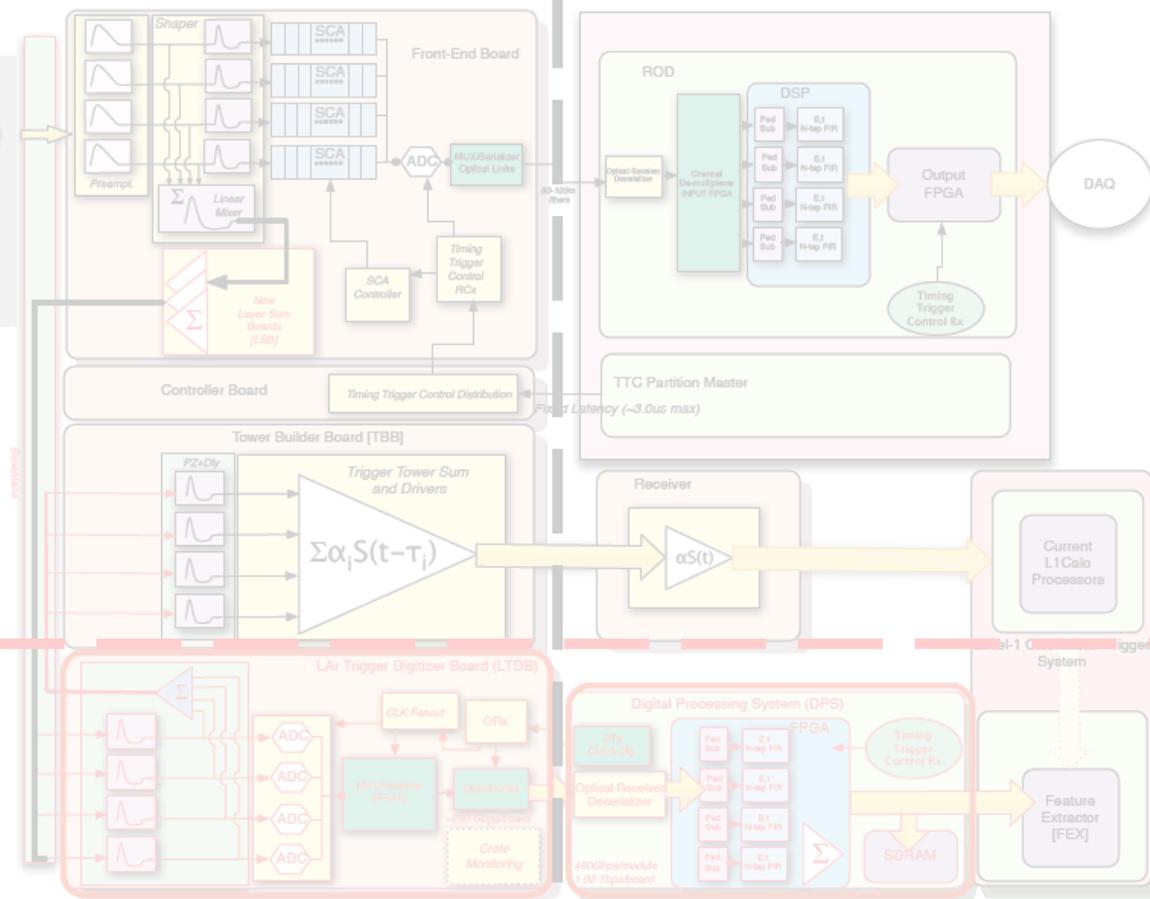
- AFP detectors: radiation hard 3D Silicon detectors, 10 ps timing detectors (**SEDI**) hosted by a movable beam pipe
Full simulation of the forward region + AFP stations done (**SPP: CR, LS**) !
Mechanics studies done also at Saclay (**SIS**)
- Allows running in high pile-up conditions by association with correct primary vertex: *Access to rare processes...*



Aujourd'hui

Possible implementation
 $\Delta\eta \times \Delta\phi = 0.025 \times 0.1$ 1st and
 2nd layer EM

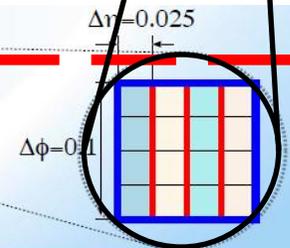
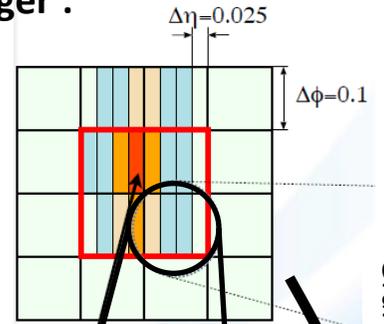
Upgrade
 Phase-I



ATLAS

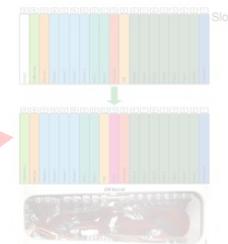
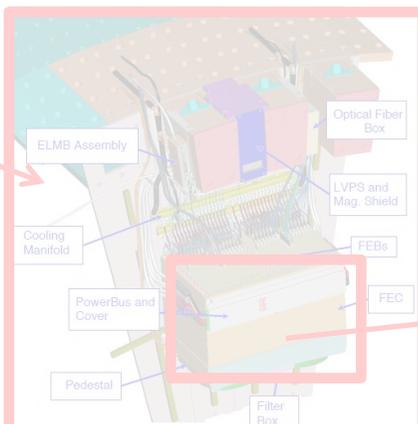
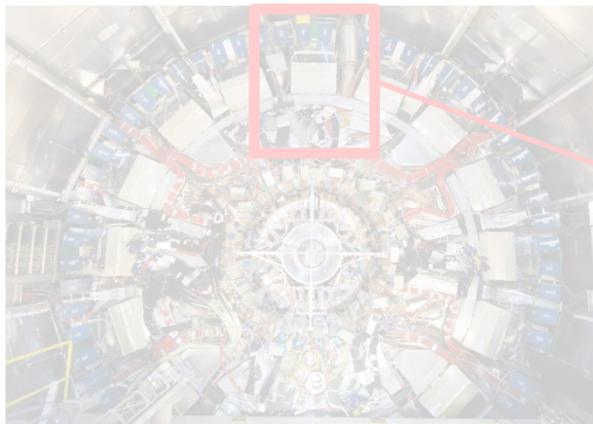
Caverne elx/services

But : Bénéficiaire de la granularité des cellules du calo en η au niveau du trigger :

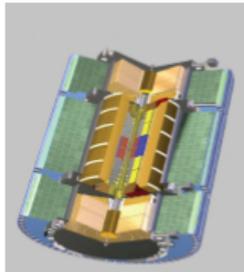


Granularité x4 en eta

"Super-Cells" are formed by grouping 4 cells in ϕ inside the Front-End Boards. The signals of the SuperCells are digitized in the new TBB



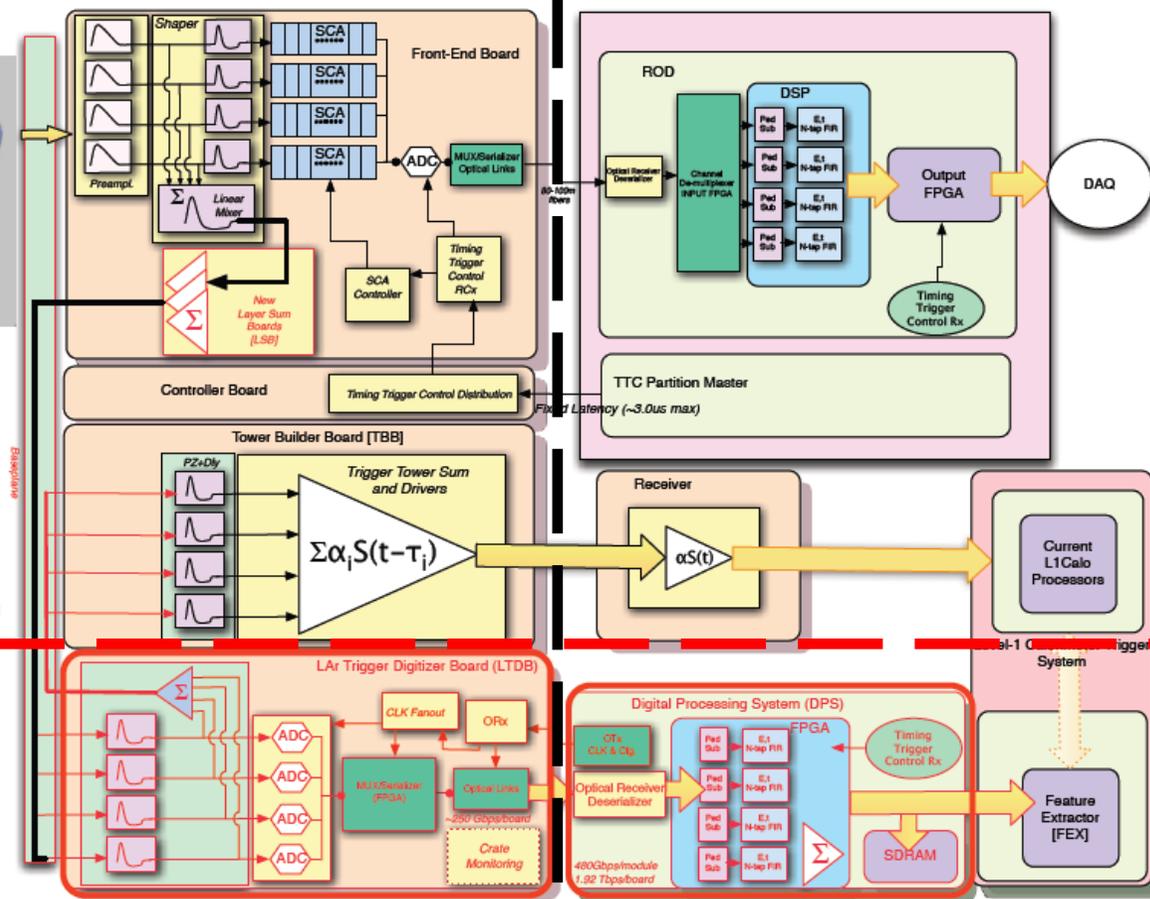
Gain rate L1 : ~1/3



Aujourd'hui

Possible implementation
 $\Delta\eta \times \Delta\phi = 0.025 \times 0.1$ 1st and
 2nd layer EM

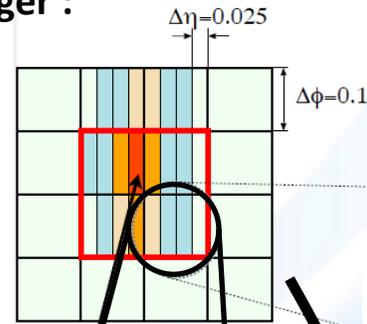
Upgrade
 Phase-I



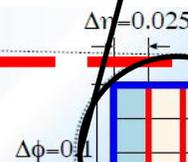
ATLAS

Caverne elx/services

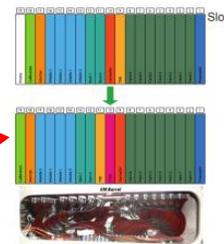
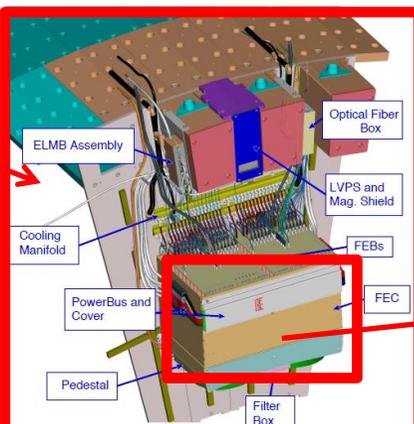
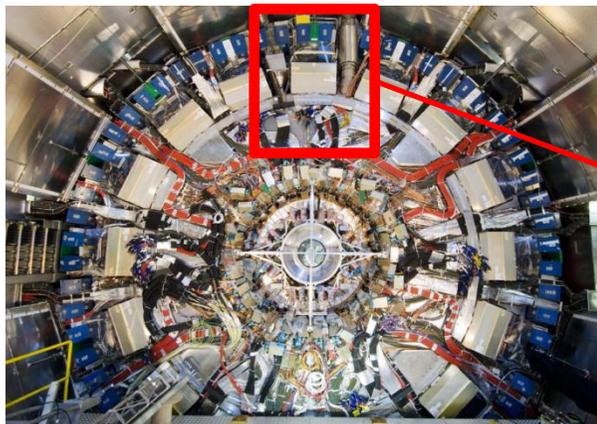
But : Bénéficiaire de la granularité des cellules du calo en η au niveau du trigger :



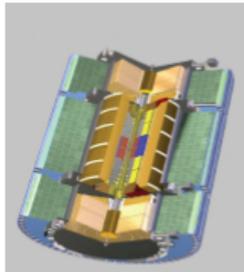
Granularité x4 en eta



"Super-Cells" are formed by grouping 4 cells in ϕ inside the Front-End Boards. The signals of the SuperCells are digitized in the new TBB



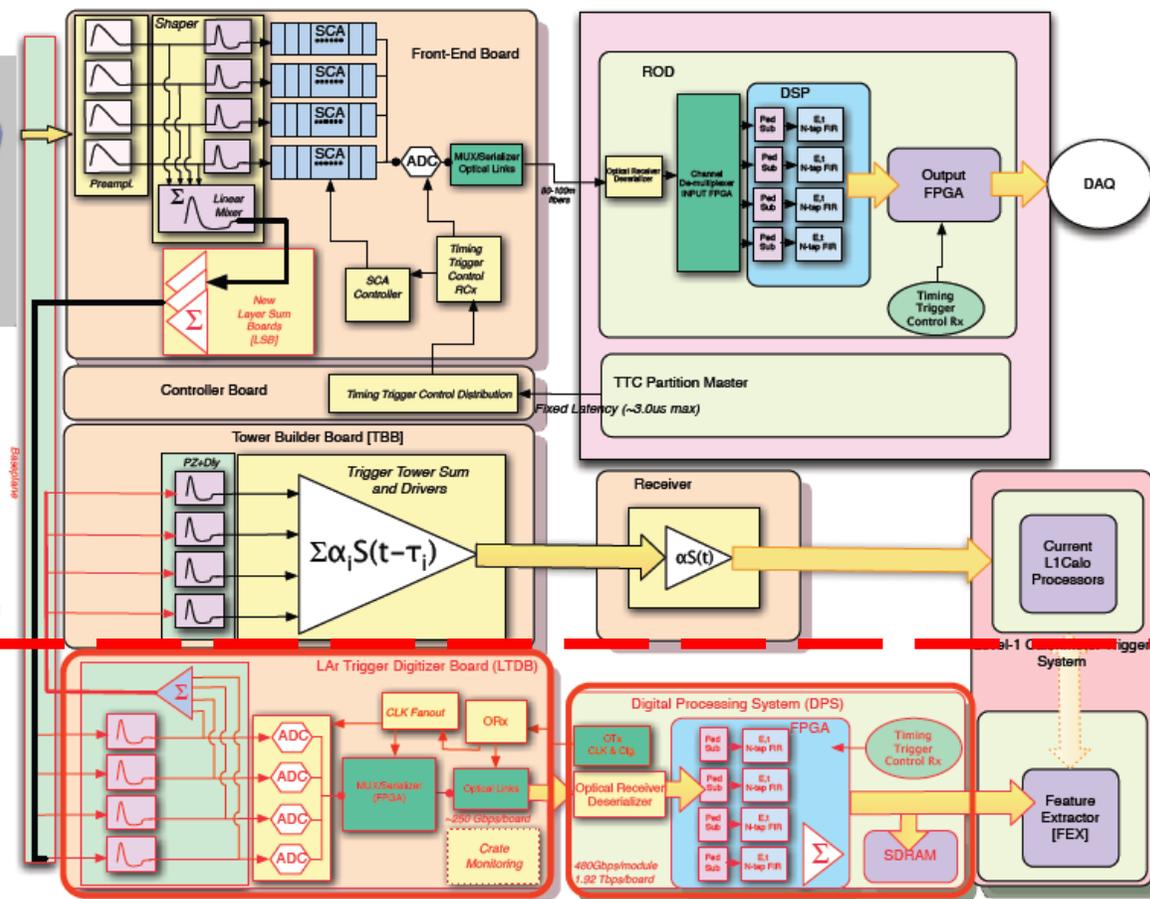
Gain rate L1 : ~1/3



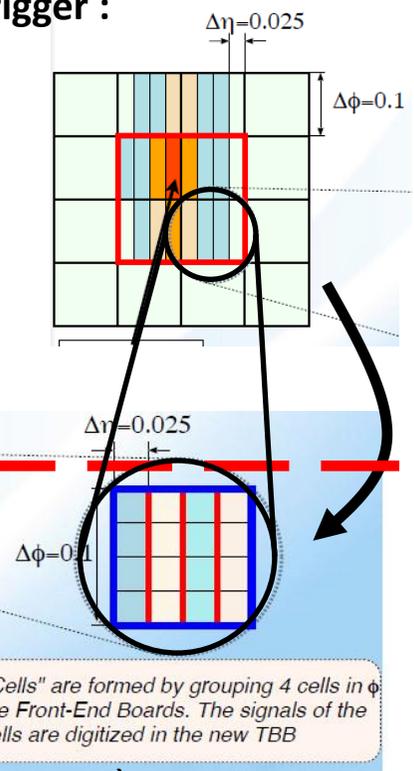
Aujourd'hui

Possible implementation
 $\Delta\eta \times \Delta\phi = 0.025 \times 0.1$ 1st and
 2nd layer EM

Upgrade
 Phase-I



But : Bénéficiaire de la granularité des cellules du calo en η au niveau du trigger :



Granularité x4 en eta

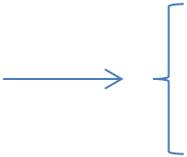
Saclay + LAL ont proposé de prendre en charge, ensemble, la partie analogique du nouveau système :

- Baseplanes
- Cartes mères LTDB [LAr Trigger Digitizer Boards cartes numériques mezzanines]
- Mise en forme signaux avant numérisation (gain, temps de montée...)
- Sommations analogiques (Layer Sum Boards)

Saclay micro-électronique « intéressé » à participer à un (ou plusieurs) chip du numériseur, suivant évolution :
 ADC, multiplexer, serializer...
 (demande P2IO en cours)

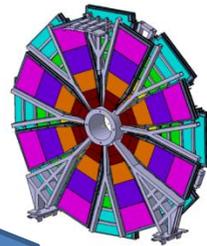
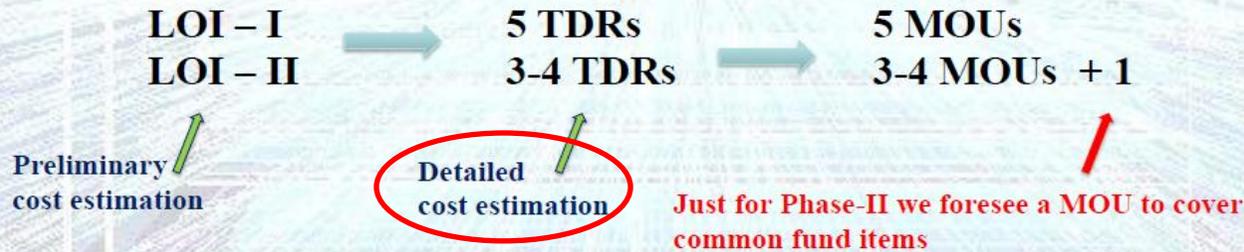
Personnes : F.Déliot, H.Deschamps, F.Louis, B.Mansoulié, Ph.Schwemling

Programme upgrade LHC

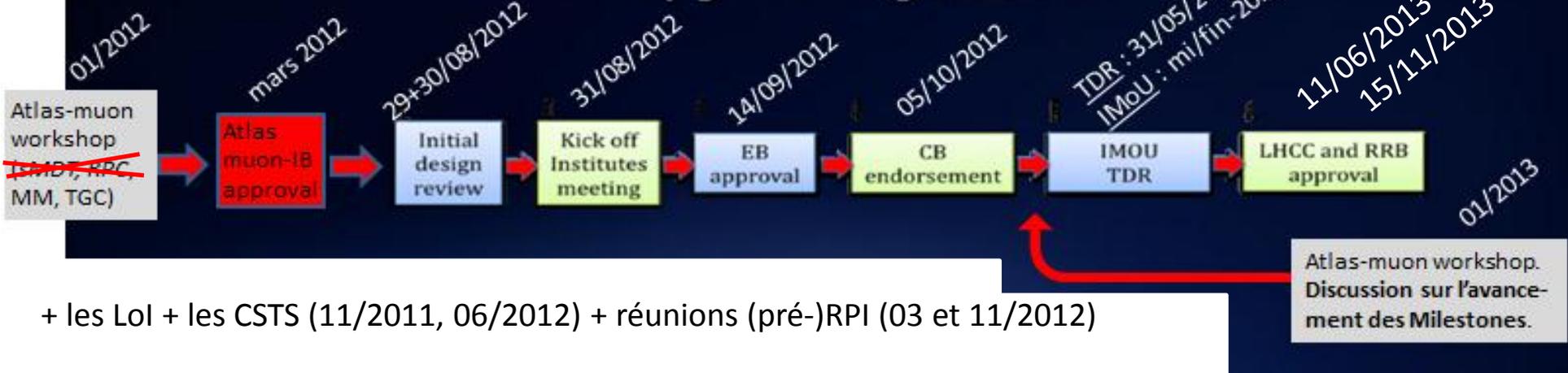
- 
- **Planning LHC et HL-LHC**
 - Projets d'améliorations de CMS et Atlas
 - (Atlas) à Saclay : AFP / LAr / NSW
 - **Organisation**
 - **Conclusion**
 - ***Propositions de discussions / questions***

ATLAS Overall Strategy

- Divide all major projects/activities in individual projects. Each project as a new organization. Give the chance to new institutions to join in.
- Present for each Phase a **LOI** with the relevant projects and the physics motivation to be **approved by the LHCC**
- Once LOI approved, prepare an internal review process and ask for the final Collaboration (CB) approval to write a **TDR** (technical design report)
- Present a TDR for each project **to the LHCC for approval**, then finalize the **MOU** between the institutes involved and start construction



NSW New Upgrade Organization



TGIR pour la France :

« *Feuille de route française* » (2008), remise à jour en 2012 « *Stratégie nationale* ». Elle décrit :

- les TGIR actuelles ou dont la mise en œuvre est décidée,
- les TGIR en projet, que le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche souhaiterait voir accessibles pour les chercheurs au cours des 15 à 20 prochaines années.

Objectifs (dans la catégorie phys. nucléaire et des hautes énergies) :

- Maintenir la position d'excellence de la France
- Valoriser les réalisations technologiques novatrices
- Développer l'intérêt pour la science et l'attractivité des carrières scientifiques

En 2008, la liste contenait des projets (mais pas en 2012) :

- Hautement prioritaires
- Prioritaires (super-LHC, ...)

Les projets (HL-)LHC concernés :

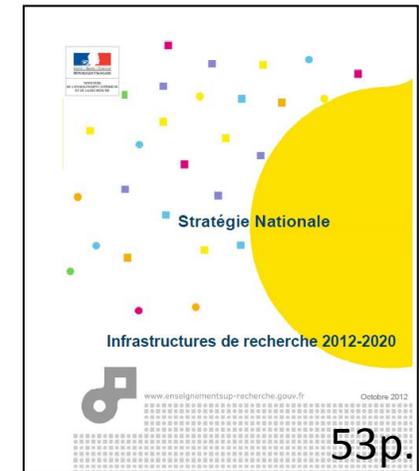
- La machine LHC-> HL-LHC (le HE-LHC est même mentionné)
- upgrade (machine et détecteurs)
- Haute performance de calcul (centre du CC-In2p3)

Ministère et UE remarquent que les premiers **grands instruments de recherche** ont répondu aux besoins de la communauté des **physiciens des hautes énergies**. *It was at CERN [Research Infrastructures] birth of the internet [...] that the idea of RIs first dawned on the research community.*

OBJECTIF DES T.G.I.R.

Susciter d'importantes avancées technologiques en favorisant la créativité des scientifiques et en proposant un environnement propice aux recherches les plus ambitieuses. La France est un des pays les plus avancés dans ce domaine.

Site web du MESR



ESFRI (Eur. Strategy Forum on Research Infrastructures) fin 2010 ; remise à jour en 2015.



Les upgrades Atlas à Saclay sont ciblés sur le phase-I (après le LS2 ~2019) :

Les projets ECal et NSW concernent des projets d'amélioration (**indispensables**) des seuil de coupures des triggers afin de ne pas tuer le signal (seuil le + bas possible, meilleurs taux de réjection -granularité, angle-)

Ces upgrades sont incontournables pour le bon fonctionnement d'Atlas : l'Irfu est donc bien positionné.

Les projets NSW (CB ok) et AFP (CB en 2014), très concurrentiels au départ, ont été acceptés dans Atlas grâce à une forte implication de Saclay : dans l'organisation, la R&D (**SEDI, SIS et SPP**).

La position de Saclay est actuellement reconnue dans ces trois projets. Les collaborations et « découpages » des taches au sein des collaborations, même si elles sont recherchées et nécessaire, ne sont pas si simple...

On peut faire confiance au groupe CMS pour se positionner astucieusement sur les upgrades (trigger).

Proposition de la direction de l'Irfu faite à la DSM de répartition des TGIR :

Alice	(~1/8 à 1/4)
Atlas -NSW, trigger ECal, AFP	(total : >1/2 pour une estimation de ~150 h.an pour l'Irfu)
CMS	(~1/8 ?)
Calcul Tier-2/Tier-3	(~1/8)

Soit un total de 4,5 à 10 M-euros **pour une « contribution cible demandée » TGIR de ~7 M-euros** (sur 7 ans), i.e. **une « dépense consolidée » de ~15 M-euros pour la DSM (2014-2020).**



- Financement TGIR (2015 ?) :
Quelle stratégie (Irfu + DSM + In2p3 + CNRS) pour faire accepter ce TGIR ?
Faudra-t-il faire des choix (au sein des expériences et des instituts) si nous n'avons pas notre financement en totalité ? (>220 M-CHF / expérience)
Remarque : le projet NSW a des atouts : Micromegas + Atlas + irradiation + partenaire industriel !
- Implication dans les analyses de physique plus orientées vers le HL-LHC (suite « logique » de la physique au LHC). Quand basculer vers de telles analyses ?
- Quel(s) rôle(s) pour les physicien(ne)s du SPP dans les upgrades ? (au delà des personnes déjà impliquées). Quelle fraction du temps ? (tache de qualification)
- Embauches (Irfu) : d'ingénieurs et de **techniciens** (~tous ont entre 55 et 58 ans et partiront d'ici ~5 à 8 ans. Transmission du savoir et de l'expérience passée...)

Importance du rôle de l'antenne du CERN -SEDI- (Alice ; Atlas-NSW Micromegas).

Remarque : les NSW seront montées b.180 au CERN.