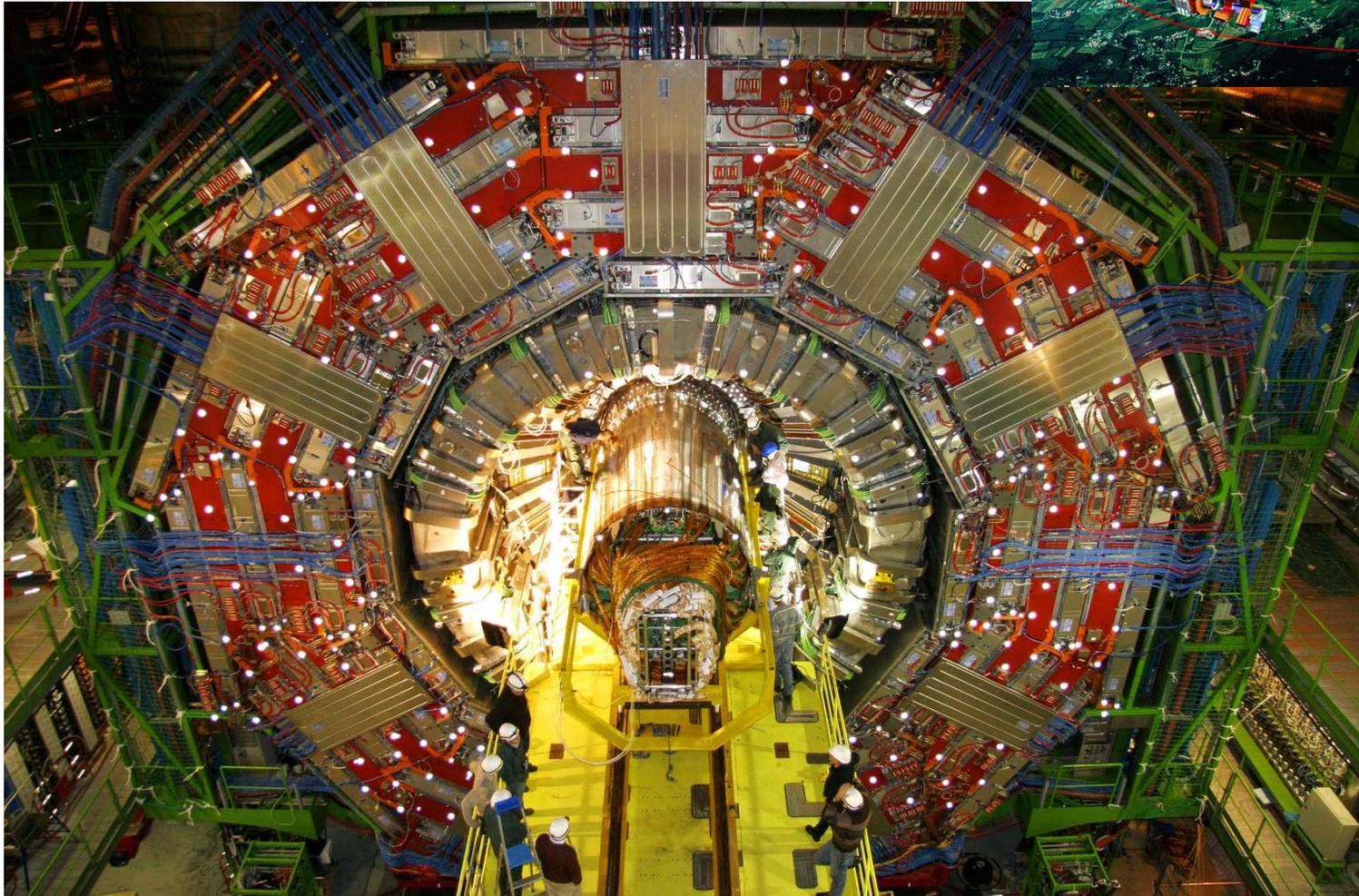


Groupe CMS @IPHC

Et sujets de stage et thèse proposés

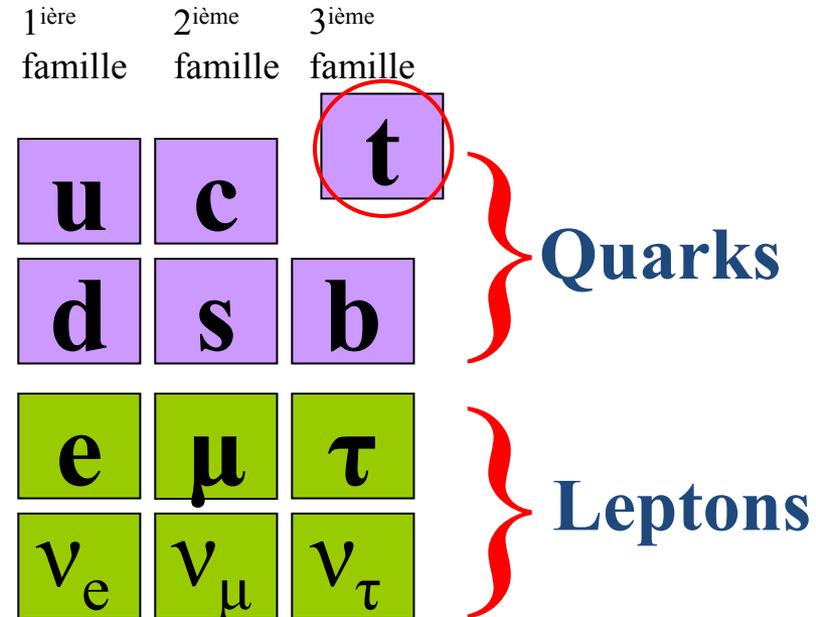


Introduction

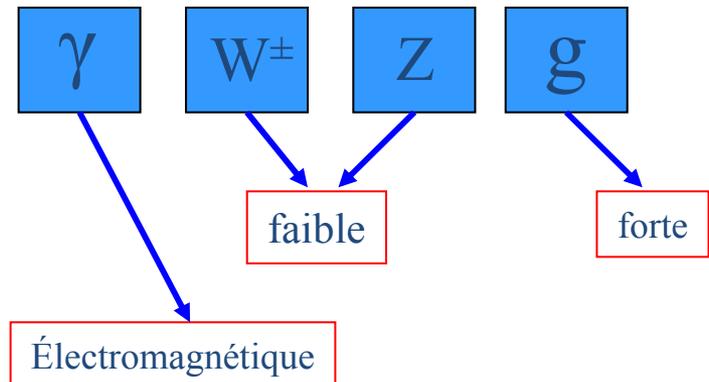
- **Le groupe CMS** : physique des hautes énergies auprès du collisionneur proton-proton LHC (Large Hadron Collider).
- **Présentation du groupe CMS à Strasbourg** et de ses **activités** : détecteur et sa calibration, algorithmes de reconstruction et analyses de physique.
- **Sujet de stage**, se **prolongeant en thèse** : recherche de nouvelle physique dans le secteur du quark top.

Le Modèle Standard de la physique des particules

- Le **Modèle Standard** de la physique des particules élémentaires : interactions entre fermions (spin 1/2) et bosons (spin 1).
- Trois « familles » de fermions: deux quarks et deux leptons par famille.
- Interactions décrites par des bosons de jauge.
- Masse des bosons d'interaction => mécanisme de **brisure spontanée de symétrie en présence d'un champ scalaire complexe** → boson de Higgs.
- MS a de multiples problèmes : ajustement fin des paramètres du modèle (Higgs), expliquer la hiérarchie de masse, existence d'une 4^{ème} famille, masse des neutrinos, gravitation etc...etc...



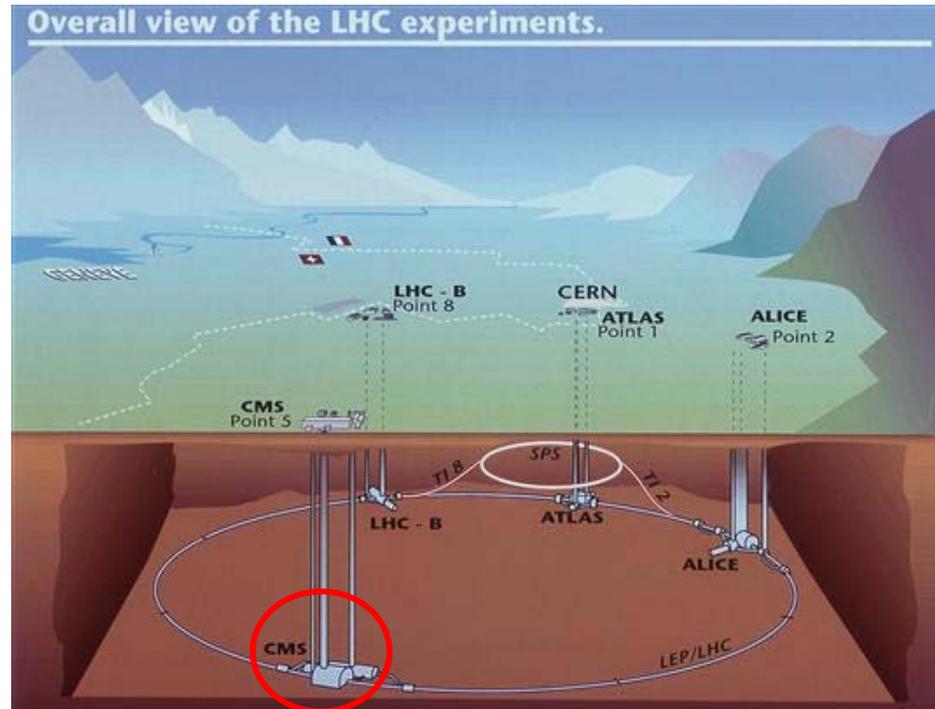
Bosons d'interaction



Le LHC devrait apporter quelques réponses !

Le LHC

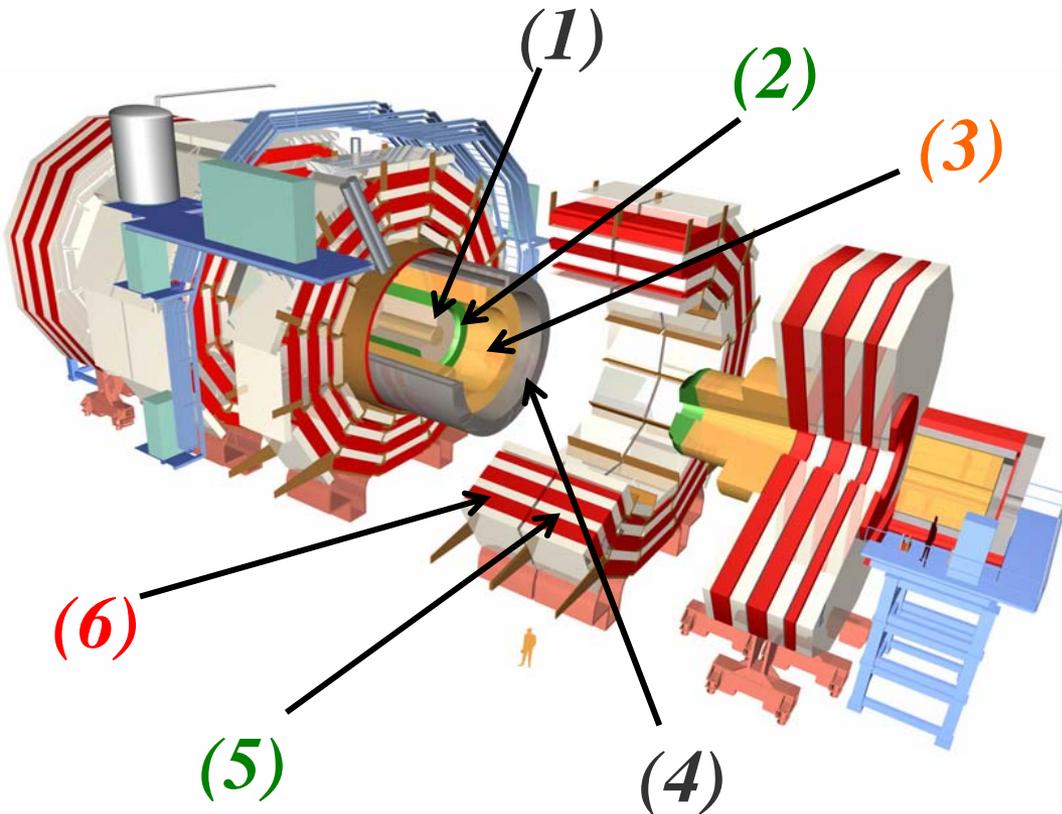
- Collisionneur proton-proton (ion-ion) situé au CERN près de Genève dans l'ancien tunnel du LEP (27 km de circonférence).
- Dans son mode de **fonctionnement nominal**,
 - Faisceaux de protons seront accélérés jusqu'à une énergie de **7 TeV** (14 TeV disponibles dans le centre de masse),
 - Croisement de faisceaux toutes les 25 ns,
 - Luminosité : 10^{32} puis 10^{34} $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$.
- Démarrage le **10 septembre 2008**.
- **Prise de données 2010-2012** : collisions à **7 et 8 TeV** dans le centre de masse => découverte d'un nouveau boson qui ressemble au boson de Higgs ! Mais aussi beaucoup d'autres mesures!
- **Plan pour 2013-14** : arrêt technique d'1.5 an, préparation des collisions à 14 TeV, redémarrage prévu an 2014.



4 expériences différentes analysent les collisions produites par le LHC:

- Alice, étude des états denses,
- LHCb différences entre matière et anti-matière,
- ATLAS, [CMS](#), : détecteurs généralistes.

Le détecteur CMS en 2 mots

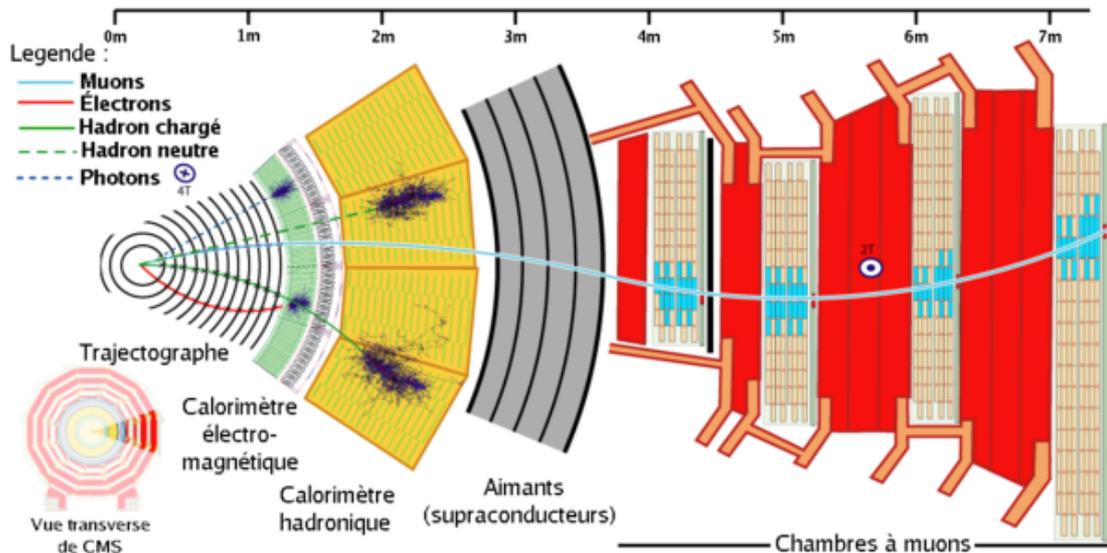


- De forme cylindrique centré sur l'axe du faisceau. Dimensions : diamètre de 15 m, longueur de 22 mètres (12500 tonnes).
- Composé d'une partie centrale et de deux bouchons.
- (1) Trajectographe au silicium.
- (2) Calorimètre électromagnétique (ECAL) au tungstate de plomb.
- (3) Calorimètre hadronique (HCAL) : plaques de cuivre et scintillateurs plastiques.
- (4) Solénoïde supraconducteur : 4 T.
- (5) Chambres à muons.
- (6) Structure de soutien et de retour des boucles de champ.

La reconstruction

Reconstruction de différents types d'objets:

- Traces de particules chargées,
- Les jets de particules à partir de l'information calorimétrique,
- Les photons à partir de l'information calorimétrique (ECAL)
- Leptons:
 - Muons, combinaison des informations du trajectographe et des chambres à muons
 - Electrons, combinaison des informations du trajectographe et du calorimètre e.m.



Les objets physiques plus complexes:

- Identification des jets issus de l'hadronisation de quark b ,
- L'énergie transverse manquante (neutrinos, WIMP...),
- Identification des leptons τ ,
- Flux de particules.

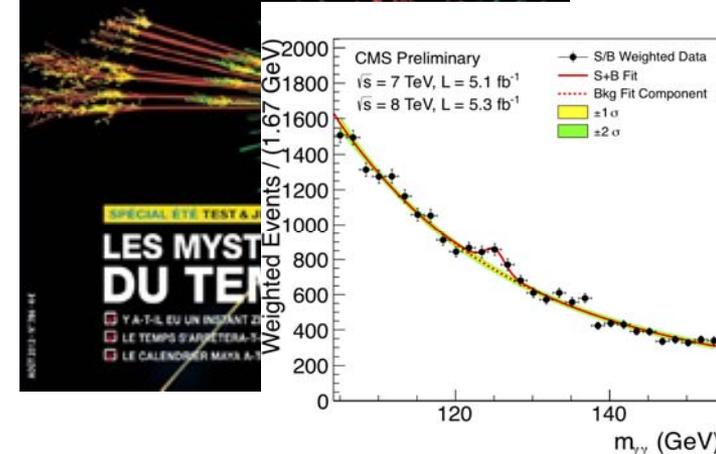
La physique de CMS

- Tester le **Modèle Standard** de la physique des particules à **des énergies inégalées**.
- Importance des mesures de **précision**.
- **Recherche** (et découverte ?) du boson de Higgs => importance du quark top et impact sur la recherche de nouvelle physique.
- Rechercher l'existence de **nouvelle physique**:
 - Supersymétrie,
 - Dimensions supplémentaires,
 - Nouveaux bosons, 4ème famille de fermions, Leptoquarks, ...



Higgs and the holy grail of physics

By Lawrence M. Krauss, Special to CNN
July 6, 2012 — Update 11:07 GMT (2:07 MET)



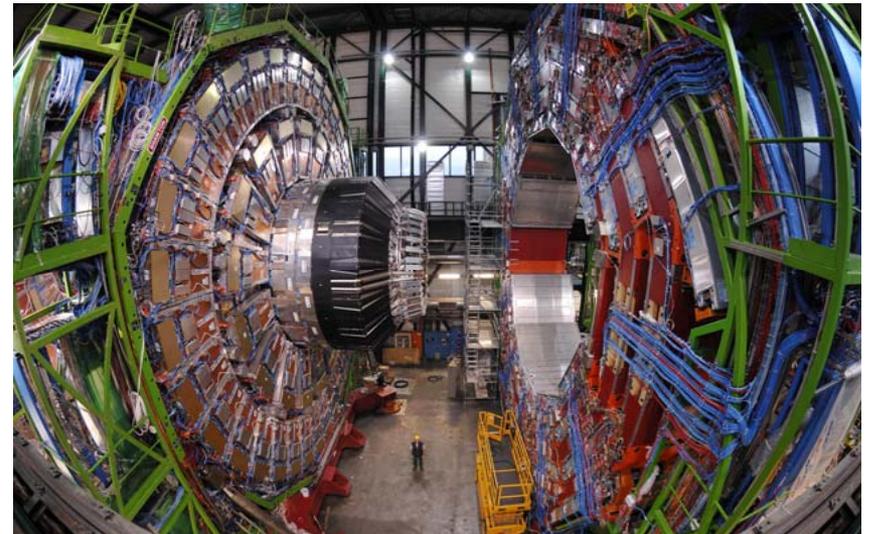
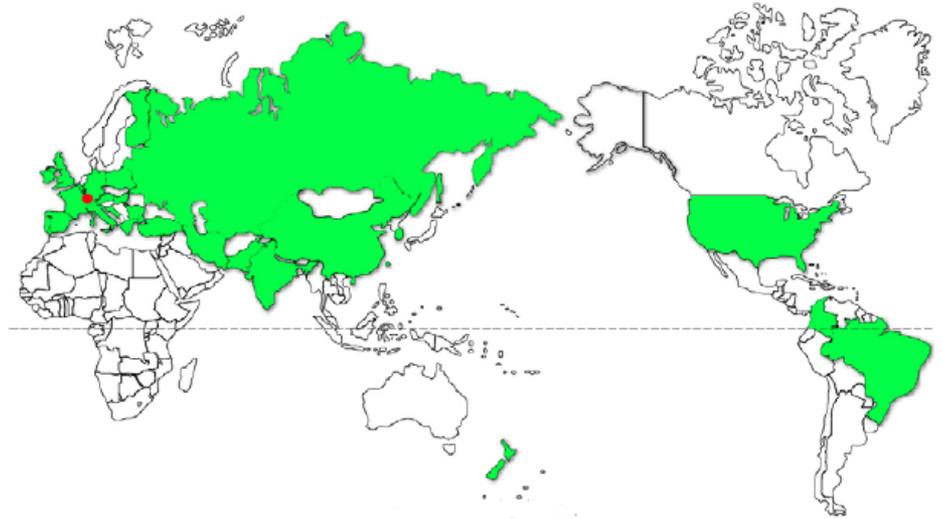
Collaboration internationale

La collaboration CMS :

38 Pays

183 Instituts

3000 scientifiques (permanents +
étudiants) et ingénieurs.



L'équipe CMS en septembre 2012

Caroline Collard-Daniel Bloch



Jean-Marie Brom

Pierre Van Hove



Denis Gelé



Ulrich Goerlach



Christophe Goetzmann



Marco Cardaci



Jean-Charles Fontaine



Camille Beluffi



Jeremy Andrea



Eric Chabert



Eric Conte



Benjamin Fuks



Anne-Catherine Lebihan



Guillaume Seret



Laurent Gross



Jean-Laurent Agram

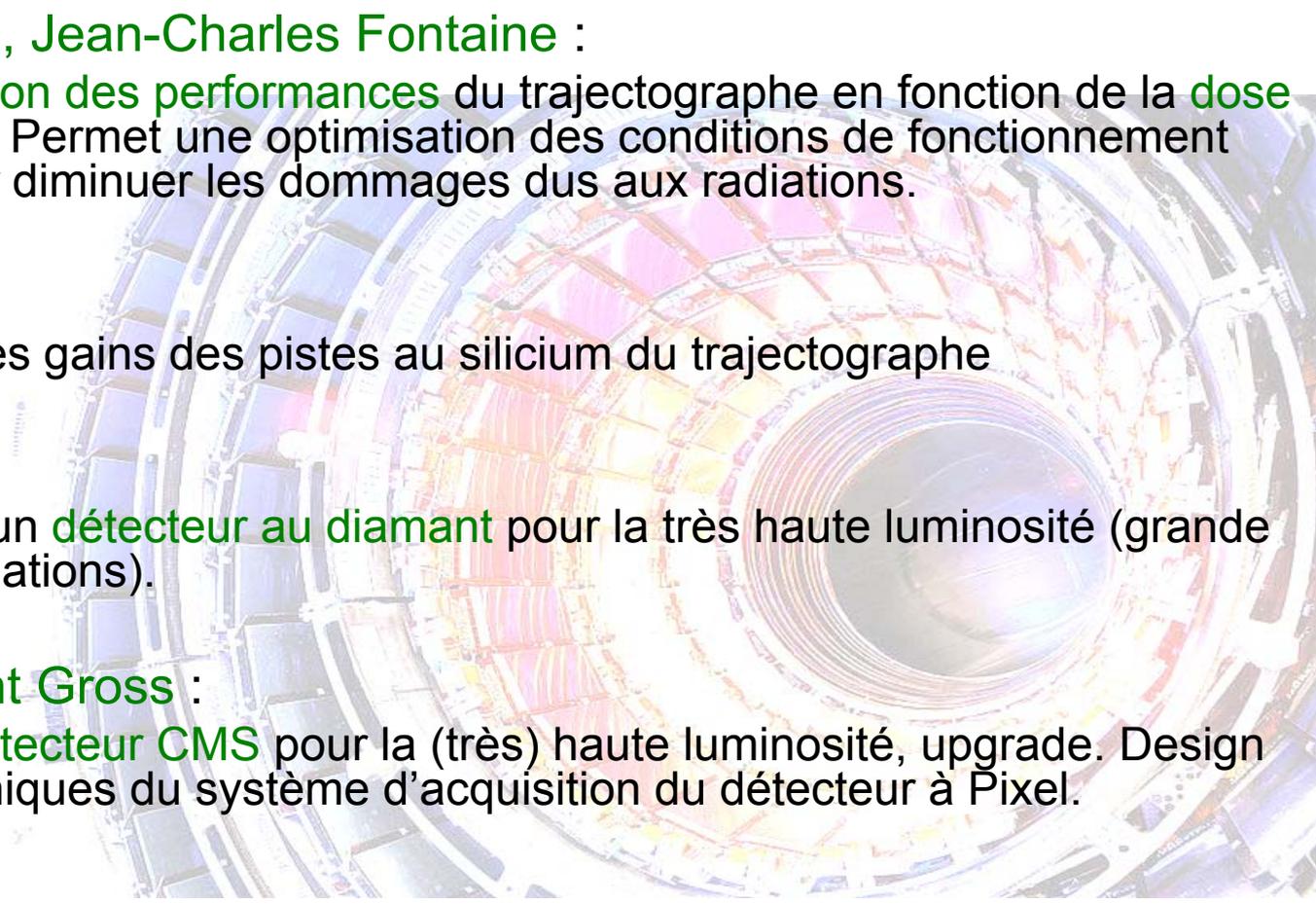


Alexandre Aubin



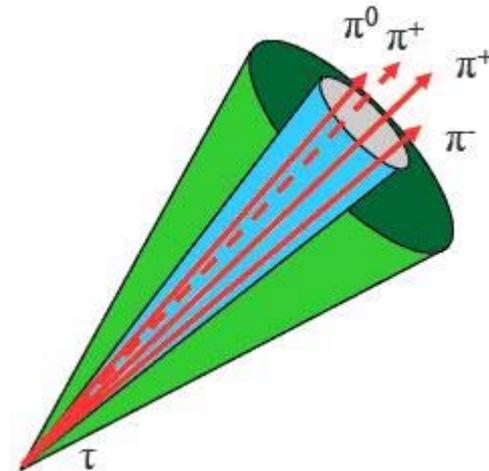
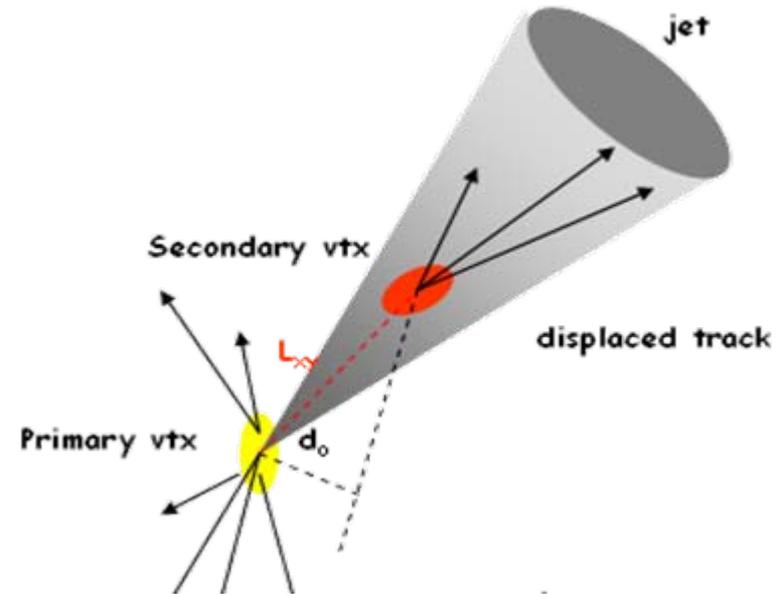
Activités du groupe : détecteur et calibration

- Eric Conte, Christophe Goetzmann :
 - **Alignement du trajectographe** : détermination précise de la position des modules de détection, alignement. Permet d'améliorer la résolution de la trajectoire des particules chargées.
- Jean-Laurent Agram, Jean-Charles Fontaine :
 - **Mesure de l'évolution des performances** du trajectographe en fonction de la **dose de radiation reçue**. Permet une optimisation des conditions de fonctionnement (température) pour diminuer les dommages dus aux radiations.
- Marco Cardaci :
 - Mesure en ligne des gains des pistes au silicium du trajectographe
- Jean-Marie Brom :
 - Développement d'un **détecteur au diamant** pour la très haute luminosité (grande résistance aux radiations).
- Eric Chabert, Laurent Gross :
 - **Amélioration du détecteur CMS** pour la (très) haute luminosité, upgrade. Design des cartes électroniques du système d'acquisition du détecteur à Pixel.



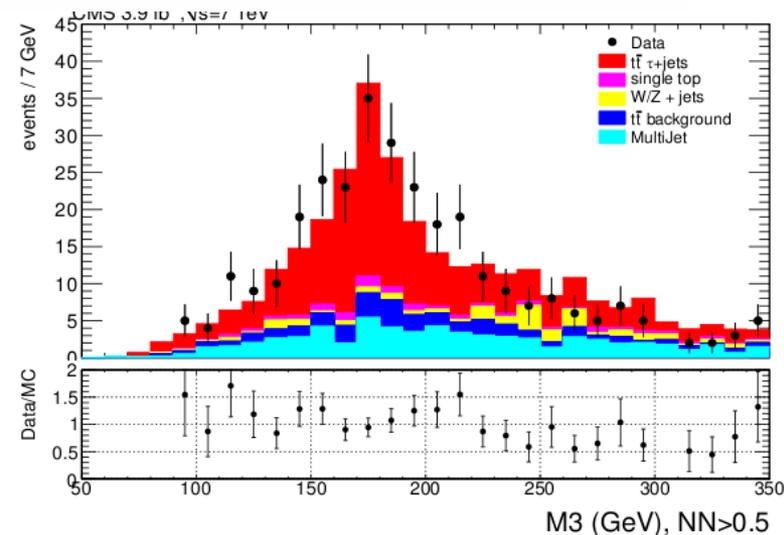
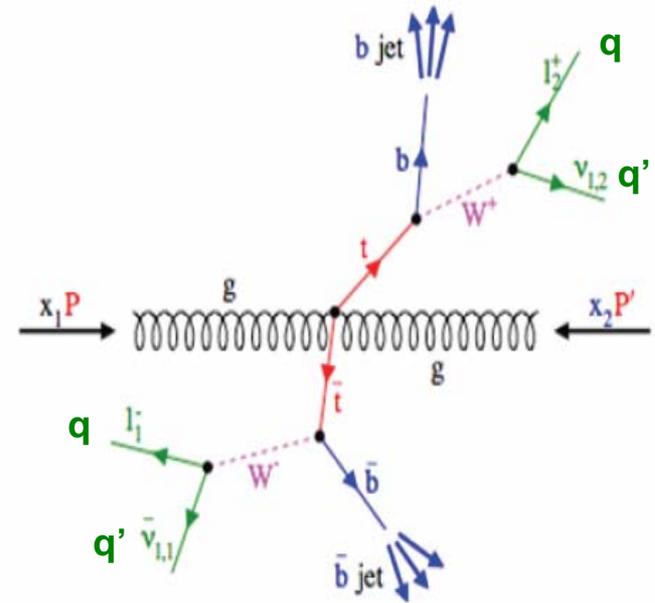
Activités du groupe : identification des objets

- Jeremy Andrea, Daniel Bloch (coordinateur « b-tagging » pour CMS international), Camille Beluffi, Caroline Collard, Pierre Van Hove.
 - Algorithmes d'identification de jet b. Validation, calibration et mesure de performances.
- Anne-Catherine Lebihan.
 - Identification des leptons tau (hadroniques).
- Important pour la physique du top, la recherche du Higgs et pour la recherche de nouvelle physique.



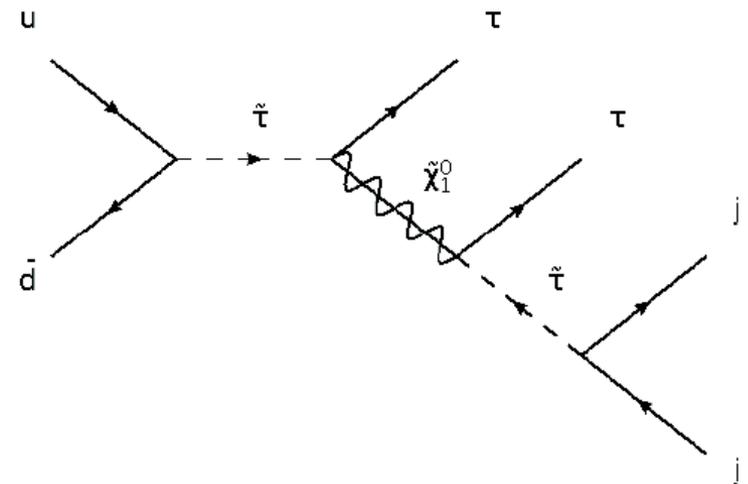
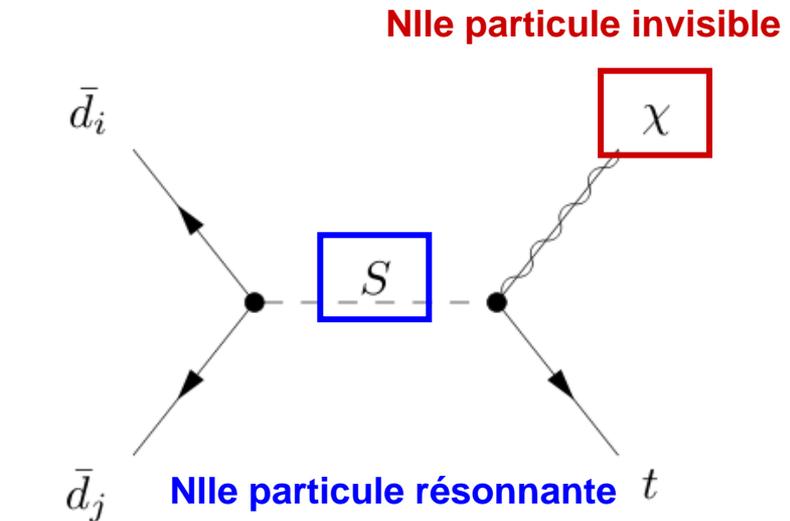
Activités du groupe : analyses de physique

- **Physique du quark top** : Jeremy Andrea, Daniel Bloch, Caroline Collard, Marco Cardaci, Eric Chabert, Denis Gelé, Anne-Catherine Lebihan, Pierre Juillot.
- **Quark top** : un statut particulier dans le MS (se désintègre avant de s'hadroniser, couplage au Higgs, mode de production, recherche de nouvelle physique etc...)
- **Mesures dans le canal di-leptonique** : section efficace $t\bar{t}$ (la + précise au LHC), masse du top, corrélation de spin et asymétrie de charge=> grande expertise.
- **Mesure dans la section efficace dans le canal tau+jets** => exploit technique! Recherche de nouvelle physique=> Higgs chargé.



Activités du groupe : analyses de physique

- **Recherche de nouvelle physique** : Jean-Laurent Agram, Jeremy Andrea, Alexandre Aubin, Caroline Collard, Eric Chabert, Eric Conte, Benjamin Fuks, Ulrich Goerlach, Christophe Goetzmann, Guillaume Serret.
- **Analyses phénoménologiques** :
 - étude de Modèles « au delà du MS » et de leurs signatures. Détermination de leurs potentiels de découverte au LHC.
 - Développement d'outils théoriques et d'analyse Monte-Carlo (Feynrules, MadGraph, MadAnalysis), thèse Guillaume Serret.
 - Forte collaboration expérience-théorie.
- **Recherche dans les données du LHC** :
 - Dans le secteur du quark top, sujet de stage/thèse 2013, thèse Alexandre Aubin.
 - Production de particules supersymétriques, thèses Guillaume Serret, Christophe Goetzman.



Sujet de stage et thèse 2013

- Avec la confirmation de découverte du Higgs à « basse masse », les recherches de nouvelles physiques dans le secteur du top deviennent primordiales => par exemple en Supersymétrie, existence de partenaires du quark top à des masses « proches » de la masse du top.
- Recherche de nouvelles particules.
 - produites en association avec un(des) quark top,
 - Contenant des quarks top dans leurs produits de désintégration.
- Bénéficie de la forte expertise du groupe de Strasbourg sur la physique du top.
- Thèse dans le cadre d'une ANR jeune chercheur.

Sujet de stage et thèse 2013

- **Encadrants** :
 - Jean-Laurent Agram, Maître de Conférence UHA (jlagram@in2p3.fr),
 - Jeremy Andrea, Chargé de Recherche CNRS (jandrea@in2p3.fr).
- **Titre** : Production de quark Top solitaire en association avec de l'énergie transverse manquante dans le cadre de la Supersymétrie dans l'expérience CMS.
- **Production de particule résonnante** (squark top) se **désintégrant en un quark top et un neutralino** (énergie transverse manquante, MET) => Monotop.
- **Stage en trois étapes** :
 - Étude phénoménologique du processus top+MET,
 - Développement d'une sélection d'événement à l'aide de simulations Monte-Carlo,
 - Recherche dans les données de CMS.
- **Poursuite en thèse** : mêmes encadrants + Caroline Collard (directrice de thèse).