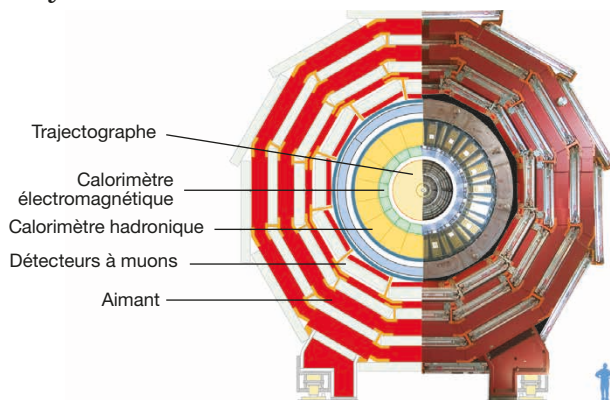


# LES COULISSES D'UNE EXPÉRIENCE

Un détecteur de particules produit de grandes quantités de données à chaque collision observée. Voyons un peu comment cet objet complexe fonctionne et ce qu'il advient des informations qu'il collecte, depuis leur enregistrement jusqu'à leurs analyses.

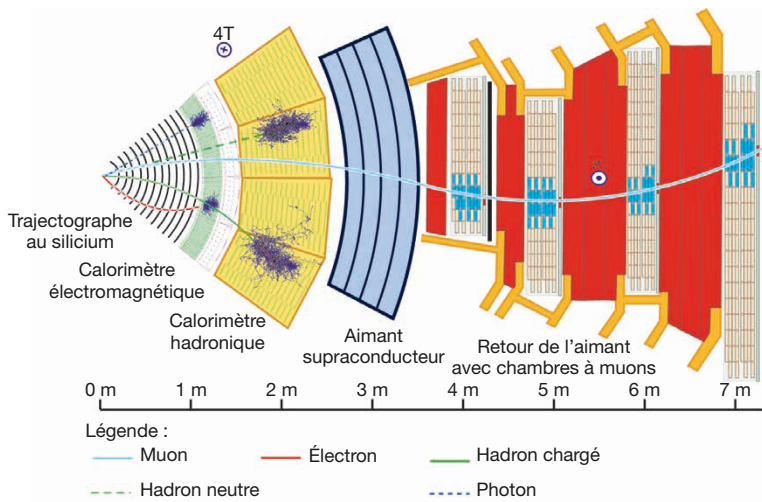
## Vue de face du détecteur CMS

Les détecteurs sont des assemblages de plusieurs instruments indépendants qui apportent des informations différentes et complémentaires sur les particules qui les traversent. Les collisions ont en général lieu au centre des détecteurs. En allant de l'intérieur vers l'extérieur on trouve un trajectographe (qui sert à reconstruire les trajectoires des particules depuis le point où elles ont été créées), des calorimètres (qui mesurent l'énergie des particules) et enfin des détecteurs spécialement conçus pour observer les muons, produits en abondance lors des collisions mais qui traversent les instruments internes sans laisser de trace.



Un détecteur de physique des particules doit accomplir des tâches variées : identifier les différentes particules issues des collisions, mesurer leurs caractéristiques (masse, vitesse, énergie) et suivre l'enchaînement des désintégrations qui se sont produites. Chaque information recueillie provient de l'interaction d'une particule avec un élément du détecteur, en général un dépôt d'énergie qui laisse une trace mesurable. Celle-ci est enregistrée par un capteur puis convertie en impulsion électrique. Tous ces signaux sont finalement recueillis et traités par une chaîne de circuits électroniques.

La quantité d'information disponible est colossale. En effet, un détecteur est formé de plusieurs systèmes indépendants, les « sous-détecteurs », qui réalisent des mesures spécifiques – par exemple un calorimètre mesure l'énergie des particules tandis qu'un trajectographe suit leurs trajectoires. Leur précision et leurs performances sont assurées par leur segmentation : un sous-détecteur contient souvent des dizaines, voire des centaines de milliers de canaux indépendants qui observent chacun une petite fraction de la zone de mesure.



Stocker ou même simplement lire l'ensemble des données produites est impossible. Il faut donc effectuer un tri sévère : c'est le rôle du *trigger*, en français « système de déclenchement », qui est chargé de sélectionner les rares événements intéressants. Lorsqu'une collision survient, le détecteur est « étudié » à plusieurs niveaux de détails. À chaque étape, une décision est prise rapidement : en quelques dizaines de nanosecondes au début du processus, en quelques millisecondes à la fin. Soit l'événement n'est pas intéressant et on l'abandonne, soit il est suffisamment prometteur pour qu'on veuille en savoir davantage et on récupère des informations supplémentaires pour poursuivre son analyse. La quantité de données est ainsi drastiquement réduite, filtre après filtre, jusqu'à l'enregistrement de l'échantillon final.

Un bon *trigger* est très efficace pour les signaux recherchés tout en rejetant l'essentiel du bruit de fond. Sa qualité est assurée par des algorithmes qui sont appliqués à chaque événement. Ils trient les informations qu'ils reçoivent, choisissent celles qui sont pertinentes et les assemblent en un tout cohérent.

Après que les événements intéressants ont été sélectionnés en direct, ils sont reconstruits de manière détaillée sur un réseau mondial d'ordinateurs que l'on appelle la grille de calcul. Ce processus donne véritablement vie aux données : on passe d'une longue liste de signaux électroniques aux particules réelles. Les physiciens peuvent alors étudier leurs désintégrations et comparer les résultats expérimentaux aux prédictions théoriques.

### Coupe transversale d'un détecteur

Trajectoires de différents types de particules dans une portion du détecteur CMS. Les particules chargées sont courbées par le puissant champ magnétique (4 teslas, de l'ordre de 100 000 fois le champ magnétique terrestre) engendré par le solénoïde supraconducteur et perpendiculaire au plan de la coupe. Selon leur type, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans le détecteur et y laissent des traces différentes qui permettent de les identifier et de mesurer leurs caractéristiques.