

Prospectives

Physique des particules

iP2i
LES 2 INFINIS
LYON

30 juin
2022

N. Mahmoudi
S. Viret

- Introduction
- Motivations scientifiques
- Etat de l'art
- Perspectives

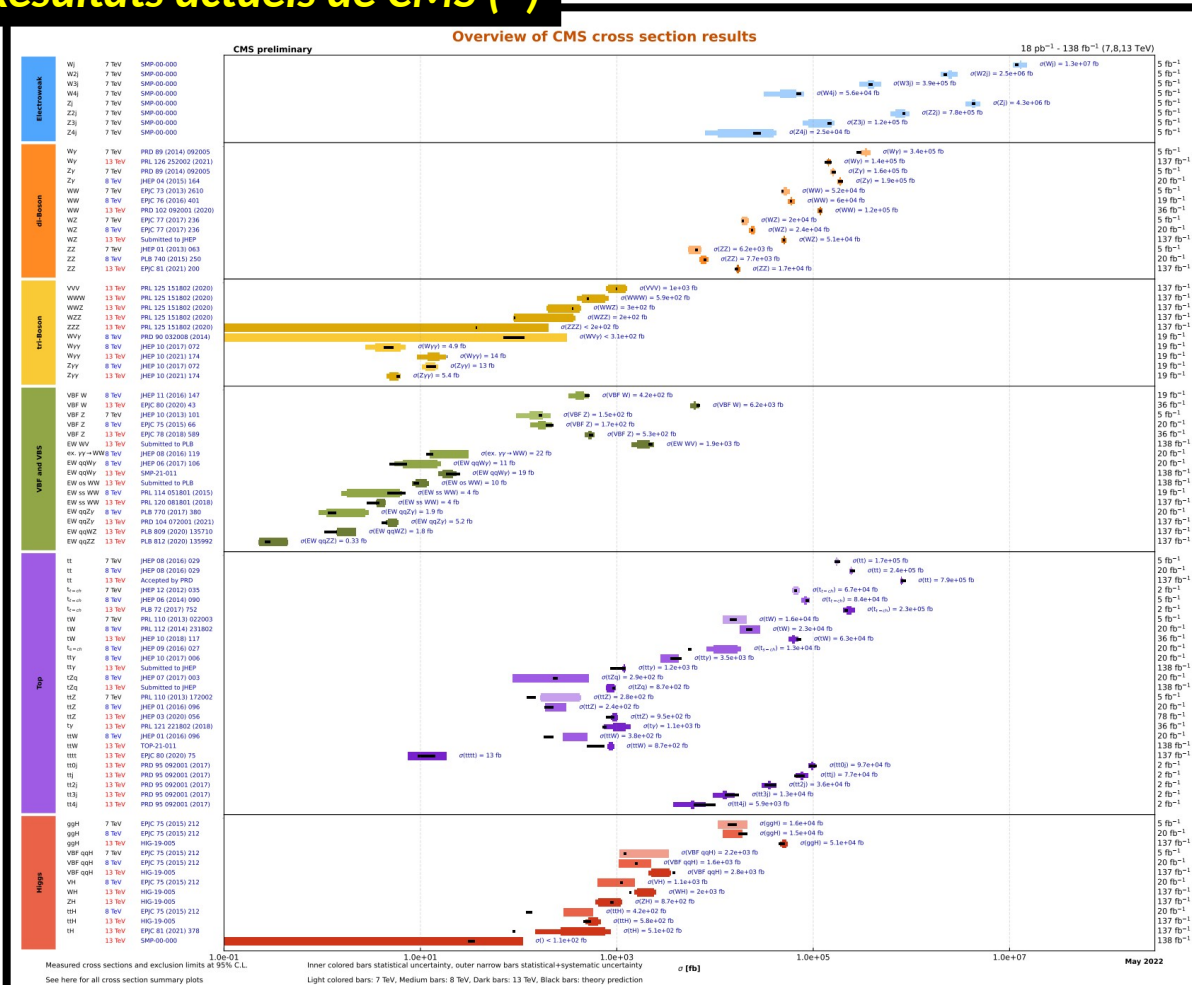
→ Cette présentation résume les perspectives actuelles en physique des particules (*collisionneurs et cible fixe*). Elle se base sur les travaux suivants:

- [Compte rendu du GT01 des perspectives IN2P3 de Giens \(2021\)](#)
- [Compte-rendu des perspectives de l'IP2I en physique des particules \(2019\)](#)

→ Cette thématique est indissociable des détecteurs (*voir présentation Rémi/Olivier*). Les documents suivants ont donc été également utilisés

- [Compte rendu du GT08 des perspectives IN2P3 de Giens \(2021\)](#)
- [Résumé des perspectives de l'IP2I \(détecteur & instrumentation\) \(2019\)](#)

Résultats actuels de CMS (*)



⇒ Le LHC permet aujourd'hui d'avoir un panorama unique du Modèle Standard dans le domaine du TeV (Energy frontier)

⇒ Il permet également, via LHCb, l'exploration des processus les plus rares (Intensity frontier)

⇒ C'est l'instrument principal actuellement, mais d'autres expériences plus petites fournissent des contributions majeures dans d'autres secteurs (EDM, anti-gravité,...)

(*) <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/CMSPublic/PhysicsResultsCombined>

Science Drivers du GT01 de Giens

SD1: Characterize precisely the Higgs sector, is it "standard" or not ?

SD2: Measure precisely the particles carrying the imprint of the Higgs mechanism (electroweak bosons, top quark, ...).

SD3: Search directly for new particles which could solve open issues, such as the nature of dark matter or the hierarchy problem, covering as much parameter space as possible: low couplings, high masses, challenging signatures,...

SD4: Study of matter-antimatter asymmetry and flavor transitions in the quark sector.

SD5: Test lepton universality and search for charged lepton flavor violation.

SD6: Help resolve cosmological questions, especially those pointing towards new dynamics (inflation, modified gravity, baryogenesis,...) or new forms of matter.

Augmenter l'énergie
(LHC,...)

Augmenter l'intensité
(Usines à b/c,...)

Expériences dédiées
(hors grands
collisionneurs)

GT01 de Giens

Project	Science Driver		SD1	SD2	SD3	SD4	SD5	SD6
	project scale	interest in FR						
			Higgs sector	Higgs imprint	direct searches	quark flavors and CP	charged lepton flavors	cosmology
Energy frontier								
ATLAS&CMS@LHC/HL-LHC	€€€	★★★★	***	***	***	*	*	-
ILC	€€	★★★	***	***	*	-	-	*
CLIC	€€	★★★	***	***	***	-	-	*
FCCee	€€	★★★	***	**	*	***	***	*
CEPC	€€	★	***	**	*	***	***	*
High-energy pp	€€€	★★★	***	***	***	**	**	-
Intensity frontier								
Belle-II	€	★	-	-	-	***	***	-
LHCb Ia	€€	★★★	-	-	-	***	***	*
LHCb Ib	€	★★★	-	-	-	***	***	*
LHCb II	€€	★★★	*	-	-	***	***	*
Dedicated experiments								
n2EDM	€	★	-	-	-	***	-	-
COMET	€	★	-	-	-	-	***	-
OSQAR/VMB	<€	★	-	-	**	-	-	*
GBAR/AEgIS	<€	☆	-	-	-	-	-	**
CODEX-b	<€	★	-	-	**	-	-	*
SHIP	€	☆	-	-	**	-	-	*

  
 HL-LHC (ATLAS/CMS), ILC, FCC

Belle II, LHCb (I & II)


 AEgIS, nEDM, COMET, SHIP,....

→ Rapide bilan des activités passées et en cours du GT à l'IP2i

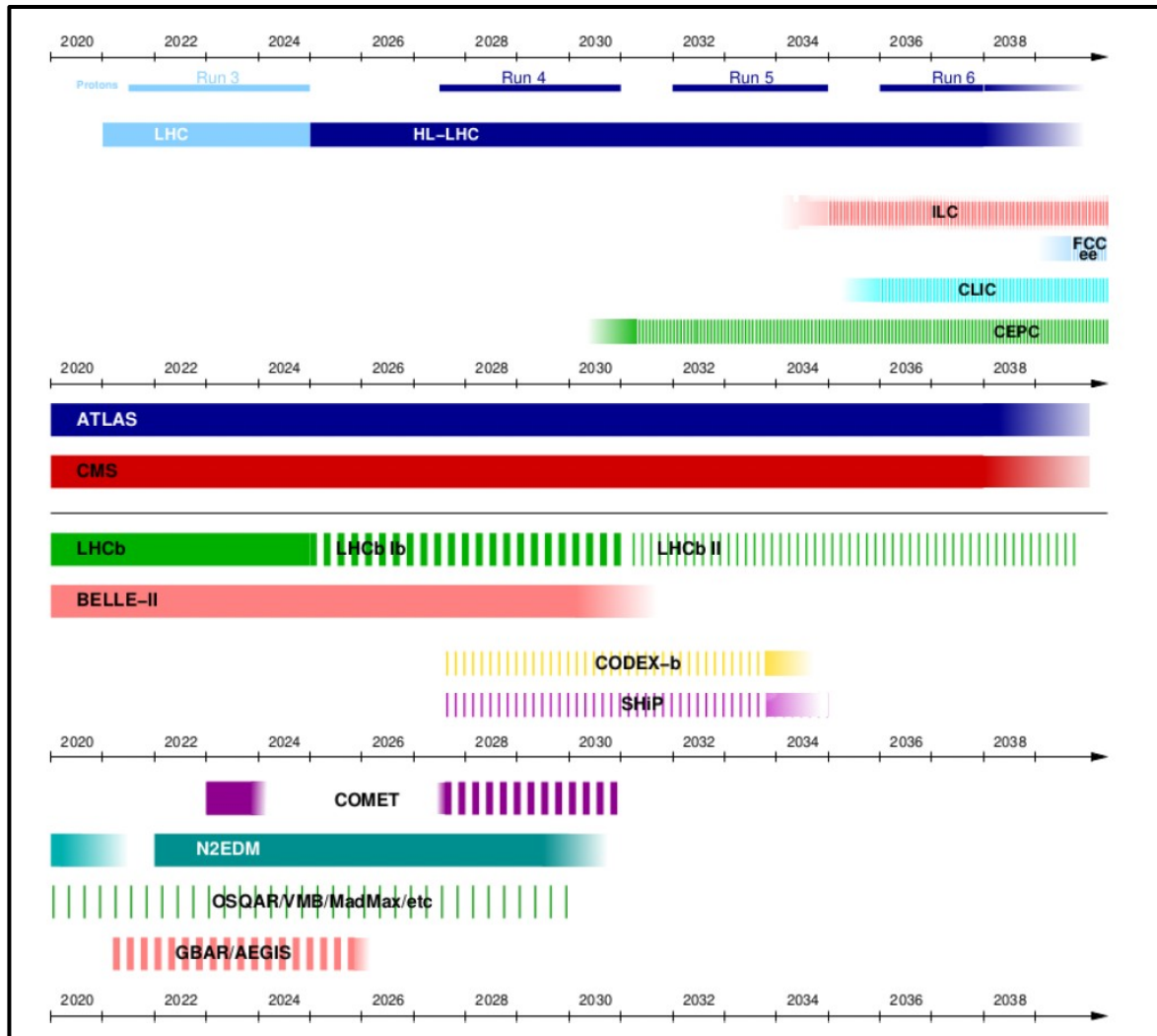
- **LHC-CMS:** Construction tracker/Ecal, analyse des données run I & II
- **HL-LHC-CMS:** Activités tracker/muons
- **ILC:** Calice, DAQ, Analyses
- **AEgIS:** Faisceau d'ions

Théorie: Modèles BSM, interprétations des résultats, calculs et prédictions, model-building

→ Utilisation des forces de l'IP2i à court terme:

- **HL-LHC-CMS:** mener à bien la construction
- **LHC-CMS:** Exploiter au maximum les données du run 3 du LHC, quitte à changer de paradigme: nouvelles analyses, nouveaux algorithmes,... **Synergie avec la théorie capitale sur ce point**
- Maintenir les compétences acquises lors des développements **ILC** (GRPC, DAQ, analyses)
- Ponts entre machine learning et hardware (eg projet THINK)

→ Et après?



→ Exploitation du HL-LHC jusqu'à 2040 a priori!!

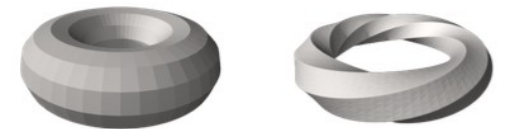
→ **Point de vue 1:** Les résultats actuels justifient pleinement la construction d'une 'usine à Higgs' (*ILC*), et un upgrade de LHCb (*LHCb II*)

→ **Point de vue 2:** il faudrait des signes concrets de nouvelle physique pour aller plus loin (voir même pour aller jusqu'au terme du projet HL-LHC)

→ La surprise peut venir des autres expériences (cf g-2). Important d'y prendre part autant que possible.

- Forte implication des théoriciens dans la phénoménologie des collisionneurs, model-building, calcul et prédictions, ainsi que interprétations des résultats
- Expertise mondialement reconnue pour les modèles supersymétriques, quarks vector-like, modèles composites et la complémentarité avec la physique des saveurs
- Bonne synergie avec le groupe CMS, plusieurs projets communs
 - reunion 'intra-axe' physique des particules, initiées par Suzanne et Imad
- Aussi des thématiques plus formelles, avec des liens possibles avec le LHC et la matière noire

Exemple: lien avec compactifications et manifolds compacts avec courbure négative



Au niveau phénoménologique, les études sur les espaces négatifs compacts suggèrent que ces modèles pourraient être utilisés pour aborder le problème de la hiérarchie et les observations cosmologiques. Ils sont également pertinents pour proposer des candidats à la matière noire et la brisure de symétrie.

[1603.02289](#) [hep-th]; [2002.11128](#) [hep-th]; [2201.01151](#) [hep-ph]; [2202.11437](#) [hep-th]

→ Quelques questions pour ouvrir la discussion:

L'exploitation du HL-LHC devra être optimale, les détecteurs sont en construction, mais quid des analyses? Les théoriciens ont sûrement un rôle important à jouer ici, qu'est ce qui peut être fait à l'IP2i?

D'un point de vue instrumental, comment préparer la suite dans le contexte actuel? Comment maintenir les compétences techniques (*et la motivation*) sur des durées aussi longues?

Note: les groupes concernés à l'IP2i ont déjà entamé une réflexion à ce sujet:

<https://indico.in2p3.fr/event/27589/>