



HAL
open science

Faire découvrir aux lycéens les métiers de la recherche et de la technique à travers une journée à l'IUT dédiée aux mystères de l'antimatière

Eric Conte, Frederic Drouhin, Frederic Drouhin, Jean-Laurent Agram,
Arnauld Albert

► To cite this version:

Eric Conte, Frederic Drouhin, Frederic Drouhin, Jean-Laurent Agram, Arnauld Albert. Faire découvrir aux lycéens les métiers de la recherche et de la technique à travers une journée à l'IUT dédiée aux mystères de l'antimatière. Congrès National de la Recherche des IUT, Université de Haute-Alsace (UHA) Mulhouse - Colmar [Université de Haute-Alsace (UHA)], Mar 2024, Mulhouse, France. hal-04619724

HAL Id: hal-04619724

<https://hal.science/hal-04619724v1>

Submitted on 21 Jun 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Faire découvrir aux lycéens les métiers de la recherche et de la technique à travers une journée à l'IUT dédiée aux mystères de l'antimatière

Jean-Laurent Agram¹² Arnould Albert¹² Eric Conte¹² Doriane Drouhin¹²

Frederic Drouhin¹²

jean-laurent.agram@uha.fr arnauld.albert@uha.fr eric.conte@uha.fr doriane.drouhin@uha.fr
frederic.drouhin@uha.fr

¹ Université de Strasbourg, CNRS, IPHC, UMR7178, 67000 Strasbourg, France

² Université de Haute-Alsace, 68100 Mulhouse, France

Thèmes – Énergie – Communication – Autre

Résumé – Chaque année, depuis 2015, l'IUT (Institut Universitaire de Technologie) de Colmar s'associe au laboratoire de recherche IPHC (Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien) de Strasbourg pour participer au programme des MasterClasses de la Physique des particules, organisé conjointement par l'IPPOG (International Particle Physics Outreach Group) et le CERN (Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire). L'objectif de ce programme est d'inviter des lycéens à se rendre dans des locaux de recherche pour se glisser l'espace d'une journée dans la peau d'un chercheur en physique des particules. Les sessions réalisées à l'IUT au cours de la période 2015 à 2023 étaient construites sur la thématique de la recherche du boson de Higgs à travers l'analyse de données prises par l'expérience ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS) ou CMS (Compact Muon Solenoid). A partir de 2024, l'IUT de Colmar propose une nouvelle session fondée sur les données de l'expérience LHCb (Large Hadron Collider beauty). Les élèves travailleront sur la problématique de l'asymétrie entre matière et antimatière en recherchant et étudiant les oscillations $D^0 - D^0\text{bar}$. En plus de cet exercice pratique, les élèves seront conviés à participer à différentes activités (présentations, visites, échanges, petites expériences) qui auront pour but de promouvoir les métiers de techniciens et d'ingénieurs. Des exemples concrets issus des formations BUT (Bachelor Universitaire de Technologie) MT2E (Métiers de la Transition et de l'Efficacité Énergétique), HSE (Hygiène, Sécurité et Environnement) et RT (Réseaux et Télécommunications) illustreront les besoins en personnel technique hautement qualifié pour réaliser et maintenir les infrastructures de recherche du CERN.

Mots-Clés – physique des hautes-énergies – accélérateur de particules – antimatière – médiation scientifique

1 Introduction

La médiation scientifique fait partie intégrante du métier de chercheur car il est primordial de transmettre les fruits de la recherche scientifique au grand public en les rendant accessibles. En plus de satisfaire la curiosité des citoyens, elle suscite des vocations en incitant les plus jeunes à s'engager dans une carrière scientifique et/ou technique. Plus précisément en Alsace, les chercheurs en physique des hautes-énergies de l'IPHC et de l'IUT de Colmar s'engagent dans cette action à travers leur participation au programme international des MasterClasses. Le présent article décrit le nouveau format des journées Masterclasses de l'IUT qui sera inauguré en 2024 et qui portera sur la thématique des antiparticules et de l'antimatière. L'emphase sera mise sur les métiers de chercheurs et de techniciens, métiers essentiels pour la construction et le maintien des équipements expérimentaux de haut niveau.

2 Contexte

2.1 Les MasterClasses de la Physique des particules

Les journées MasterClasses [1] en physique des particules rassemblent chaque année près de 13 000 lycéens autour de 225 centres de recherche ou universités répartis dans 60 pays, pour vivre la réalité du métier de chercheur. Ce programme est initié par l'Université Technique de Dresde et de l'institut Notre Dame Quarknet Center, en collaboration avec le CERN (Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire). Les organisateurs proposent les outils numériques pour réaliser des exercices sur de véritables données d'expériences de physique des particules.

L'IUT de Colmar participe au programme depuis 2015 comme centre d'accueil et accueillent entre 100 à 120 élèves par année (hors période COVID). Les journées MasterClasses organisées à l'IUT réunis des chercheurs de l'Université de Haute-Alsace (affectés à l'IUT de Colmar ou de Mulhouse) et de l'Université de Strasbourg. De 2015 à 2023, la thématique des MasterClasses était centrée sur la recherche du boson de Higgs qui est la dernière particule élémentaire à avoir été découverte (en 2012). En 2024, l'équipe organisatrice des MasterClasses colmariennes décident de proposer une nouvelle thématique dédiée à l'antimatière.

2.2 L'antimatière et de la violation de CP

Par antimatière, on nomme la « matière » dans laquelle les particules sont remplacées par leurs antiparticules. Le concept d'antiparticule a été prédit par Paul Dirac en 1928 et la première antiparticule (le positron) a été observée en 1931 par Carl Anderson dans les rayons cosmiques.

La symétrie miroir entre particule et antiparticule, appelée aussi symétrie CP, est un axe de recherche actuel et important. En effet, il fut découvert en 1964 que la symétrie CP était faiblement brisée dans le système des kaons neutres K^0 - K^0 bar [2]. Les recherches de violation de symétrie CP ont été étendues à d'autres oscillations de mésons telles que B^0 - B^0 bar en 2002 et D^0 - D^0 bar en 2019 [3] et sont toujours en cours. L'asymétrie CP pourrait être l'une des raisons expliquant pourquoi l'univers n'est fait que de matière. Mais, jusqu'à présent, les effets observés de l'asymétrie CP sont beaucoup trop faibles pour expliquer totalement la composition de notre univers.

2.3 L'expérience LHCb

Inauguré en 2008, le grand collisionneur de protons du CERN, le LHC (Large Hadron Collider) [4], permet aux expérimentalistes d'explorer l'infiniment petit à l'échelle du téraélectronvolt (TeV). Comme le montre la Figure 1, le LHC est constitué d'un grand anneau de 27 kilomètres de circonférence enterré à environ 100 mètres sous terre.

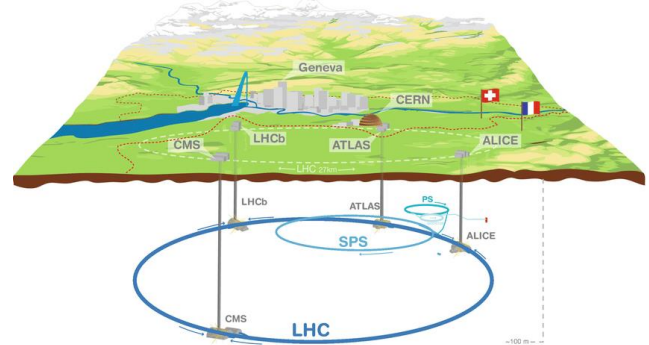


Figure 1 – Le grand anneau du collisionneur de particules LHC à cheval sur la frontière franco-suisse (et des sous-étages d'accélération PS et SPS) et localisation des quatre principaux détecteurs (ATLAS, CMS, LHCb et ALICE)

Deux faisceaux de protons (en sens inverse) peuvent y être accélérés jusqu'à une énergie de 6,5 TeV. Lorsque ces faisceaux se croisent, toute l'énergie cinétique des protons réagissant se matérialise pour créer de nouvelles particules plus lourdes et plus éphémères.

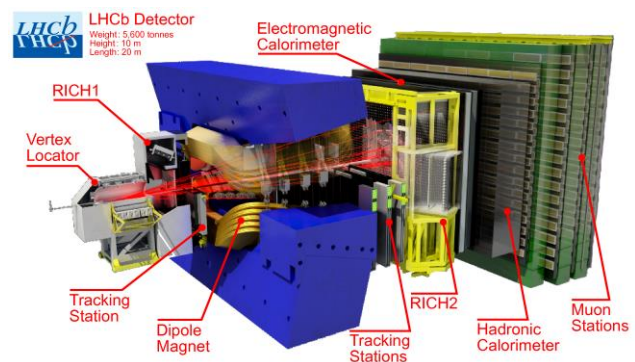


Figure 2 – Composition du détecteur LHCb

Aux endroits où se croisent les faisceaux de protons, se situent des détecteurs de particules. Parmi ces détecteurs, se trouve le détecteur LHCb (Large Hadron Collider beauty) [5]. Comme l'illustre la Figure 2, il est constitué de sous-détecteurs permettant d'identifier et de reconstruire les particules produites issues de la collision. Une majeure partie du programme de recherche est dédié à l'observation des mésons B^0 - $B^0\text{bar}$ et D^0 - $D^0\text{bar}$.

3 Exercice pratique d'analyse de données

L'exercice conçu par l'IPPOG et la collaboration LHCb consiste en l'étude de lots de données pris en 2011 par le détecteur LHCb. Chaque binôme d'élèves est responsable de l'étude d'une partie des données. L'exercice sur ordinateur se déroule en 3 étapes :

- A l'aide d'une interface graphique, les élèves identifient des particules D^0 en recherchant ses produits de désintégration : un pion et un kaon. Ce travail nécessite d'utiliser les informations des différents sous-détecteurs.
- Ensuite, les élèves doivent extraire la masse et le temps de la vie de la particule D^0 . Pour cela il doivent séparer le signal du bruit de fond en réalisant un ajustement à partir d'une autre interface graphique.
- En fin de journée, l'ensemble des élèves seront amenés à échanger (en langue anglaise) sur les résultats obtenus avec d'autres classes de part le monde. Ils comprendront qu'en combinant l'ensemble des résultats obtenus l'incertitude statistique diminue considérablement. Enfin, ils devront s'interroger sur les contraintes qu'apportent leurs mesures sur l'étude de la violation de symétrie CP.

4 Promotion des métiers de la technique

Pour obtenir une mesure telle que le temps de vie du méson D^0 , des équipements scientifiques tels que l'accélérateur LHC et le détecteur LHCb doivent être conçus, construits, maintenus et optimisés. Ce travail requiert la participation de nombreux techniciens et d'ingénieurs de spécialisation différente. Afin de présenter ces carrières possibles aux lycéens, les journées MasterClasses proposent des ateliers sur les différents challenges technologiques qui doivent être relevés par le CERN et les liens avec les formations BUT.

- L'atelier dédié au challenge énergétique est en lien avec la formation BUT MT2E (Métiers de la Transition et de l'Efficacité Énergétiques). Les étudiants en petits groupes seront amenés à réfléchir sur une ou deux problématiques : comment réduire la consommation électrique du CERN qui s'élève à environ 1,2 TWh par an (soit l'équivalent de la consommation du canton de Genève) ? Comment valoriser la chaleur

fatale produite par le site ? Est-ce que l'antimatière peut être utilisée comme source d'énergie ?

- Un autre atelier prend place dans les locaux du département RT (Réseaux et Télécommunication). A travers une mini-séance de travaux pratiques, les élèves sont sensibilisés aux problèmes de croissance continue des besoins de stockage, de calcul et de transmission des informations.
- Les challenges environnemental et sanitaire sont en étroite relation avec le BUT HSE (Hygiène Sécurité et Environnement). Au cours d'un atelier pratique, les étudiants travaillent sur la détection de la radioactivité en manipulant des dosimètres et des compteurs Geiger-Müller. Ils sont ensuite sensibilisés aux risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants et à aux mesures de protection mises en place par le CERN. Une autre thématique abordée est la construction des futurs accélérateurs. Que faire des 9 millions de m^3 de matières extraites si on creusait le tunnel du prochain accélérateur baptisé FCC ?
- Enfin un atelier dédié à l'orientation permet aux lycéens de découvrir les portraits de plusieurs membres de l'IPHC (chercheur, ingénieur de recherche, informaticien, ...) et de prendre conscience des différents parcours de formation possibles.

5 Conclusions

Grâce à la nouvelle édition des MasterClasses de 2024, l'IUT de Colmar et l'IPHC souhaitent promouvoir la recherche scientifique en utilisant la thématique de la violation de CP et des mésons D^0 . Ce sujet permet également d'illustrer les liens forts qui existent entre l'infiniment petit et l'infiniment grand. La réalisation de ces MasterClasses dans les locaux de l'IUT et par des chercheurs qui enseignent en BUT permet de construire un événement de médiation scientifique où les métiers de techniciens et d'ingénieurs sont également mis en avant en expliquant les défis technologiques soulevés par les expérimentateurs en lien avec les formations BUT.

Références

- [1] K. Cecire, *Particle Physics Masterclasses*, Proceedings of the DPF-2011 Conference, Providence, RI, août 8-13, 2011, arxiv:1109.2559
- [2] J. H. Christenson, J. W. Cronin, V. L. Fitch, R. Turlay, *Evidence for the 2π decay of the K^0_2 meson*, Phys. Rev. Lett. 13, 138 (1964)
- [3] R.L. Workman et al., *Particle Data Group*, Prog. Theor. Exp. Phys. 2022, p. 083C01
- [4] Lyndon Evans, Philip Bryant, *LHC machine*, Journal of Instrumentation, Volume 3, août 2008, p. S08001
- [5] The LHCb collaboration, *The LHCb Detector at the LHC*, Journal of instrumentation Volume 3, août 2008, p. S08005