

## DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **15 octobre 2025**

Nom de famille et prénom de l'auteur. e : **Monsieur Mattia VERZEROLI**

Titre de la thèse : Études visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre provenant du fonctionnement des détecteurs de particules dans les expériences LHC du CERN

### Résumé



Les émissions de gaz à effet de serre provenant des détecteurs de particules du LHC du CERN représentent un défi environnemental et opérationnel majeur en raison de leur dépendance aux gaz fluorés à fort potentiel de réchauffement global. Cette thèse aborde ces problématiques à travers une étude approfondie des mélanges gazeux écologiques et des stratégies de surveillance des gaz pour les chambres à plaques résistives (RPC) et autres détecteurs gazeux. Deux axes de recherche principaux sont explorés. Le premier concerne le développement et la validation de mélanges gazeux durables. Une solution à court terme utilisant le CO<sub>2</sub> comme substitut partiel du R134a a été validée jusqu'à 30% de substitution, démontrant des performances détecteur comparables et un comportement stable à long terme sous irradiation. Cette solution a été adoptée par l'expérience ATLAS depuis août 2023. Une solution à plus long terme basée sur le HFO-1234ze a été étudiée dans le cadre de la collaboration RPC ECOgas@GIF++, montrant des résultats prometteurs lors des campagnes de vieillissement et permettant une réduction de plus de 75% des émissions équivalentes CO<sub>2</sub>. En parallèle, un nouveau prototype de MRPC a été construit pour tester des alternatives au SF<sub>6</sub>, telles que le Novec extsuperscript{TM} 4710, démontrant une faisabilité opérationnelle avec un impact environnemental réduit. La seconde partie de cette thèse est consacrée à la surveillance des systèmes de gaz en mode recirculation et récupération. Des études détaillées sur le système MID d'ALICE ont confirmé la stabilité de fonctionnement à des taux de recirculation élevés, jusqu'à 87%, et ont mis en évidence des corrélations entre la charge intégrée, la luminosité du LHC et la production de fluorures. De même, la surveillance du système CSC de CMS à l'aide de chambres proportionnelles à fil unique a permis une détection en temps réel des impuretés et la quantification de la contamination en oxygène. Un nouveau dispositif a également été développé pour mesurer la production d'ions fluorures dans des mélanges alternatifs à base de CF<sub>4</sub>. Les résultats de cette

thèse contribuent de manière significative à l'effort en cours visant à réduire l'impact environnemental des détecteurs du LHC tout en maintenant leurs performances et leur fiabilité.

**Mots-clés :** détecteur gazeux, physique des particules, expérience LHC,