

Inférence basée sur la simulation pour l'étude de l'auto-couplage du boson de Higgs dans le canal de désintégration ($HH \rightarrow b\bar{b}\tau\tau$) avec l'expérience ATLAS et des benchmarks d'apprentissage automatique pour la quantification des incertitudes

La découverte du boson de Higgs en 2012 et la mesure de sa masse qui s'en est suivie constituent des étapes importantes pour le mécanisme BEH, qui confère une masse aux particules fondamentales. Cependant, la masse du boson de Higgs n'est que l'un des deux paramètres libres du potentiel de Higgs ; l'autre est la constante d'auto-couplage de Higgs, λ . Une étude du processus di-Higgs pourrait nous permettre de mesurer directement le paramètre λ , et ainsi d'obtenir une mesure plus précise du potentiel de Higgs.

L'inférence basée sur la simulation (SBI) s'est imposée comme un cadre d'apprentissage automatique robuste pour l'estimation de paramètres en haute dimension, contournant la perte d'information associée aux méthodes traditionnelles basées sur les histogrammes. La SBI est particulièrement pertinente pour la production de paires de Higgs (HH), où l'on s'attend à une interférence destructive importante dans la section efficace. Suite à la récente application réussie de la SBI dans l'analyse des Higgs hors résonance d'ATLAS, nous présentons une étude en cours appliquant ces techniques au canal $HH \rightarrow b\bar{b}\tau\tau$. Ce travail vise à quantifier les gains de sensibilité dans l'estimation de $\kappa\lambda$ par rapport aux statistiques descriptives usuelles, en utilisant le score du classificateur GNN. Les résultats préliminaires et la validation de l'estimateur neuronal par des tests d'étalonnage seront discutés, mettant en évidence le potentiel de la NSBI pour améliorer la portée physique des futurs ensembles de données du LHC.

L'estimation des paramètres à haute dimensionnalité est également nécessaire pour réduire les incertitudes systématiques. Diverses autres méthodes ont été proposées au cours de la dernière décennie pour estimer avec précision l'incertitude systématique. Un benchmark standard est nécessaire pour comparer correctement ces méthodes dans le contexte de la quantification des incertitudes. Pour y remédier, le projet Fair Universe a organisé le Fair Universe HiggsML Uncertainty Challenge (<https://arxiv.org/abs/2410.02867>), qui s'est déroulé de septembre 2024 au 14 mars 2025 et a été accepté comme compétition officielle de NeurIPS 2024. L'objectif du challenge était de mesurer la section efficace Higgs vers $\tau^+\tau^-$, à partir d'un ensemble de données de quadri-vecteurs de particules. Les participants ont été évalués à la fois sur leur capacité à déterminer avec précision la section efficace correcte et sur leur capacité à rapporter des intervalles d'incertitude corrects et bien calibrés.