



# Les Samedis de la Physique à Bruxelles

## Programme 2024-2025

SaPhyBru vous propose pour l'année académique :

- **Astroparticules et perspectives - Juanan Aguilar (2 samedis)**  
L'astroparticule est un domaine émergent de l'astrophysique qui étudie les particules d'origine cosmique. Les physiciens des astroparticules utilisent des laboratoires souterrains, des télescopes spécialement conçus et des expériences spatiales pour observer une variété de particules cosmiques telles que les neutrinos, les rayons gamma et les rayons cosmiques les plus énergétiques. Ce cours d'introduction abordera les sources des rayons cosmiques, leur voyage dans la galaxie, les interactions avec l'atmosphère terrestre et les informations qu'ils fournissent sur les grands problèmes actuels de la recherche fondamentale tels que les propriétés des neutrinos et la nature de la matière noire.
- **Méthodes interférométriques et spectroscopiques - Léa Planquart (1 samedi)**  
Toute l'information que nous récoltons des étoiles nous provient de l'étude de leur rayonnement électromagnétique. Deux techniques – la spectroscopie et l'interférométrie - actuelles permettent d'analyser ce rayonnement pour en tirer des propriétés fondamentales telles la masse stellaire, rayon stellaire, la composition chimique de son atmosphère. Ce cours abordera les propriétés de la lumière, le principe de fonctionnement de ces techniques, et leur utilisation à travers des exemples de découvertes récentes comme la détection de la première exoplanète et l'image du trou noir au centre de la galaxie.
- **Structure et évolution stellaire - Pawel Krynski (2 samedis)**  
L'évolution d'une étoile comprend plusieurs phases, de la formation à sa "mort". La majeure partie de sa vie se déroule sur la séquence principale, où elle fusionne de l'hydrogène en hélium. Une fois que le cœur de l'étoile est épuisé en hydrogène, elle quitte la séquence principale pour évoluer vers d'autres stades. Finalement, elle devient une naine blanche, une étoile à neutrons ou un trou noir. Cette fascinante histoire stellaire sera présentée dans ce cours, incluant les systèmes binaires et les interactions entre étoiles qui enrichissent notre "zoo stellaire"
- **Violation CP, les particules connaissent-elles le sens du temps ? - Jean-Marie Frère (1 samedi)**  
Les particules élémentaires distinguent entre gauche et droite via les interactions faibles. Cependant, on observe que les symétries gauche-droite (P) et passé-futur (T) sont déjà violées au niveau d'une particule. Pour illustrer cela, des exemples concrets de cette violation ont été observés et pourraient l'être encore plus clairement à l'avenir. Ce cours abordera le sens du temps qui est indépendant de l'entropie et concerne un petit nombre de particules, parfois même une seule. Le lien entre la symétrie T et des autres symétries discrètes associe T et CP, en raison du théorème TCP, qui s'applique aux théories lagrangiennes locales et implique très généralement l'invariance sous ce produit.

- L'interaction forte et la structure du proton - Laurent Favart (2 samedis)**

Au cours des vingt dernières années notre vision de la structure du proton a radicalement changé. Vu d'abord comme étant constitué de 2 quarks u et 1 quark d, le proton est en fait le siège de fluctuations du vide multiples dans ce champ d'interaction forte intense induit par la présence de quarks qui peuvent être sondées en envoyant un faisceau d'électrons de haute énergie sur des protons.

Le cours présentera les arguments de base qui permettent de construire et de valider la chromodynamique quantique (QCD), qui n'est autre que la partie du Modèle Standard qui rend compte des interactions fortes, et comment elle nous aide à comprendre la structure du proton ou des hadrons de façon plus générale. Enfin nous verrons à quel point cette compréhension est cruciale pour exploiter les données du collisionneur LHC du CERN.
- La masse et l'oscillation des neutrinos - Thomas Hambye (4 samedis)**

Ce mini-cours traitera du phénomène des oscillations de neutrinos, qui a permis de mettre en évidence qu'au moins 2 des 3 neutrinos connus ont une masse (petite mais non-nulle), et de l'implication importante de cette découverte pour la physique des particules élémentaires. L'existence de masses non-nulles pour les neutrinos impliquent en effet de la nouvelle physique au-delà du modèle standard, associée à une nouvelle échelle d'énergie fondamentale de la nature et/ou de nouvelles symétries fondamentales de la nature.
- Etoiles à neutrons - Nicolas Chamel (2 samedis)**

Les étoiles à neutrons sont des astres lilliputiens aussi massifs que le Soleil, mais leur taille n'excède guère une vingtaine de kilomètres. Ces étoiles ont été découvertes fortuitement en 1967 par Jocelyn Bell Burnell et Anthony Hewish. Depuis, plus de trois mille étoiles à neutrons ont déjà été repérées, principalement sous forme de pulsars, émettant des signaux radios pulsants à la période de rotation de l'étoile. D'autres types d'étoiles à neutrons, comme les magnétars, ont été détectés grâce à des observations en rayons X et gamma. Ce cours donnera un aperçu de la physique riche de ces astres extrêmes, depuis leur genèse jusqu'à la détection des premières ondes gravitationnelles émises par un couple fusionnel d'étoiles à neutrons en 2017.
- Matière noire - Yannis Georis (1 samedi)**

La matière noire, une catégorie de matière hypothétique, constitue l'une des deux pièces manquantes du puzzle cosmique. Elle représente environ 27 % de la densité d'énergie totale de l'Univers observable. Bien qu'elle n'interagisse que gravitationnellement, sa présence est déduite par son influence sur les galaxies et les amas de galaxies. Ce cours présentera les preuves expérimentales et les modèles théoriques, tels que les WIMPs et les neutrinos stériles, qui permettent de comprendre cette énigmatique composante de l'Univers.
- Aspects thermodynamiques de l'information quantique (suite) - André Nauts et Bernard Piroux (2 samedis)**

Suite au cours de l'année 2023-2024, qui a porté sur le principe de maximisation de l'entropie (MaxEnt) et une introduction à la thermodynamique stochastique, ce cours va approfondir les relations entre information et thermodynamique (démon de Maxwell, machine de Szilard, principe de Landauer, ...) tant sur le plan classique que quantique, et aborder l'énergétique et la thermodynamique de la mesure quantique.