



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

FACULTÉ DES SCIENCES

Section de physique
2021 - 2022



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

FACULTÉ DES SCIENCES

Section de physique

Table des matières

Mot du président	5
Enseignement	6
Recherche	10
- Physique nucléaire et corpusculaire	12
- Physique de la matière quantique	14
- Physique théorique	16
- Physique appliquée	18
Nominations	20
Services a la cité	22
Vie étudiante	23
Organigramme	24
Infos pratiques	25
La Section en chiffres	27



Mot du président

La Section de physique est une Section très dynamique, aussi bien par sa recherche que par son enseignement et son ouverture à la cité.

Nos priorités de recherche s'axent autour de quatre orientations principales : la physique théorique, la physique des particules, les matériaux quantiques et les applications quantiques. Le nombre de plus en plus croissant de publications scientifiques et le très haut classement de la Section dans la plupart des classements internationaux attestent de la qualité toujours croissante de sa recherche. D'importants crédits fédéraux et internationaux, en particulier dans de nouveaux domaines de recherche, sont régulièrement attribués à nos équipes.

En tant qu'université de premier plan, l'UNIGE et la Section s'engagent naturellement de manière très forte dans leur mission d'enseignement. Nous ajustons et améliorons constamment nos méthodes et notre enseignement afin de répondre aux standards actuels les plus exigeants et les plus novateurs. La Section demeure à taille humaine avec un taux d'encadrement du corps étudiantin particulièrement favorable et une équipe enseignante très disponible. L'Association des Étudiant-es en Physique est également très active et leur offre une dynamique favorisant les échanges.

Que serait la Science fondamentale si l'on ne le transmettait pas au plus grand nombre ? Dans la société actuelle qui devient de plus en plus technologique, il est fondamental que la science se partage, en particulier dans un pays comme la Suisse où la voix de chaque citoyen et citoyenne compte dans les décisions politiques et les grandes orientations du pays. La Section de physique a donc créé en 2007 un laboratoire-théâtre de découverte scientifique, le Physiscope, en collaboration avec le pôle national de recherche MaNEP. Le programme Athéna, qui permet aux élèves du secondaire post-obligatoire de découvrir la vie étudiantine en suivant des cours à l'Université et en prenant de l'avance sur leurs études, a également été mis sur pied récemment.

Vous trouverez dans cette brochure de nombreuses informations sur la Section de physique de l'UNIGE, sa recherche, son enseignement, ses activités d'ouverture et ses actualités.

J'espère que vous aurez plaisir à feuilleter ces quelques pages à la découverte de notre Section !

Giuseppe Iacobucci, président de la Section de physique.

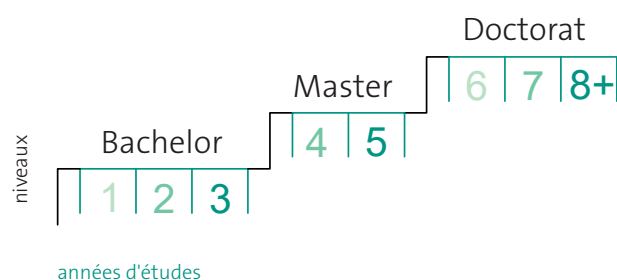
Enseignement

La Section de physique est très engagée dans sa mission d'enseignement et d'encadrement de ses étudiantes et étudiants. L'équipe enseignante s'emploie constamment à faire évoluer ses pratiques d'enseignement.

Le cursus en physique suit le schéma d'études défini par les accords de Bologne : un bachelor en trois ans offrant 180 crédits ECTS, suivi d'un master en deux ans octroyant 120 crédits ECTS, puis d'une thèse de doctorat se déroulant sur trois à cinq ans.

Dès la première année de bachelor, l'enseignement dispensé offre une très grande part à l'expérimentation, avec en particulier la deuxième année du master passée dans un groupe de recherche en laboratoire. De plus, l'apprentissage des mathématiques et de l'informatique avancées a une place importante, puisqu'il est essentiel pour la progression des étudiantes et étudiants en physique dans leurs cursus universitaires.

L'inscription à l'Université a lieu avant le 30 avril de l'année en cours (le 28 février pour les personnes soumises à un visa). Par ailleurs, même si l'Université de Genève est francophone, l'ensemble des cours est dispensé en anglais dès le master.



Excellent rapport des corps étudiantin et enseignant

La Section de physique offre un taux d'encadrement unique, avec un-e enseignant-e pour six étudiant-es. L'équipe enseignante est composée de professeur-es, de postdoctorant-es et de maîtres-assistant-es. Les étudiantes et étudiants en thèse encadrent également les autres étudiant-es essentiellement lors de séances d'exercices et de travaux pratiques.

Palette complète d'études

Les études en physique à l'UNIGE proposent une palette très complète d'études ouvrant la voie à de nombreuses orientations et spécialisations aussi bien en physique, qu'en astrophysique et dans d'autres spécialités transdisciplinaires.

Encadrement exceptionnel et relations personnelles

L'équipe enseignante est à la pointe des méthodes d'enseignement et de didactique. L'ambiance à la Section de physique de l'UNIGE est familiale et conviviale. La proximité et la disponibilité de l'équipe enseignante contribuent à l'épanouissement de nos étudiantes et étudiants en physique.

Recherche de pointe

Au-delà de l'enseignement, une université c'est aussi de la recherche. La Section figure parmi les leaders mondiaux dans ses disciplines de recherche. Elle se classe, en 2021, à la 18e place du classement de Shanghai des meilleures universités du monde. Cela a un impact direct sur la qualité des diplômes délivrés.

Reconnaissance mondiale

L'UNIGE a signé les accords de Bologne, rendant les diplômes délivrés à l'UNIGE compatibles avec la grande majorité des universités européennes et permettant une grande mobilité de notre corps étudiantin en Europe. Grâce à la qualité de l'enseignement et de la recherche de la Section, les diplômes délivrés sont reconnus dans le monde entier.

Environnement international

Les liens forts avec de nombreuses institutions et les implications dans les plus grandes collaborations scientifiques mondiales font de la Section un lieu d'échanges internationaux, facilitant ainsi la mobilité du corps étudiantin et renforçant la reconnaissance des diplômes qui y sont décernés.

Polyvalence

Lors des études en physique, le corps étudiantin touche à de nombreux domaines : la physique bien sûr, mais aussi les mathématiques, l'informatique. Cette diversité donne une ouverture d'esprit et une méthodologie leur permettant de s'adapter à de nombreuses problématiques. C'est ainsi que de nombreux étudiantes et étudiants peuvent s'orienter vers des carrières professionnelles très différentes.





Bachelor de physique - 3 ans

Mathématiques : analyse, algèbre

Informatique : programmation, algorithmique, méthodes numériques

Physique de base : mécanique, électrodynamique, thermodynamique, physique quantique et statistique

Cours d'introduction : particules et noyaux, solides, astrophysique, optique quantique

Cours à option et travaux pratiques

Carrières

Informatique, finance, journalisme scientifique, etc.



Master de physique - 2 ans

Master de physique

Orientations :

- Physique appliquée
- Physique de la matière quantique
- Physique nucléaire et corpusculaire
- Physique théorique
- Cosmologie et astrophysique des particules

Master d'astrophysique

Dispensé par le Département d'astronomie

Travail personnel dans un groupe de recherche



Doctorat de physique - 3 à 5 ans

Enseignement spécialisé

Travail de recherche personnel

Intégration dans un groupe de recherche

Publication des résultats

Participation à l'enseignement

Carrières

Recherche, enseignement, industrie, management, finance, applications médicales, météorologie, climatologie, énergie, applications environnementales, etc.

Le bachelor

Le bachelor de physique permet d'acquérir une solide formation de base dans les domaines de la mécanique classique et quantique, de l'électrodynamique, de la thermodynamique et de la mécanique statistique. Il propose également une introduction à la physique du solide, à l'astronomie et l'astrophysique, à la physique appliquée ainsi qu'à la physique des particules. L'acquisition et le développement des outils mathématiques et informatiques utilisés en physique et dans les sciences naturelles en général font également partie de la formation. L'obtention du bachelor permet l'accès aux masters de physique, astrophysique et bidisciplinaire en sciences.

✉ conseiller-etudes-bachelor-physique@unige.ch

Le master

Le Master de physique offre une formation approfondie comprenant une spécialisation dans différents domaines de la physique : physique appliquée, physique de la matière quantique, physique nucléaire et corpusculaire, physique théorique et cosmologie et astrophysique des particules. La formation et les stages offrent la possibilité de collaborer avec des institutions prestigieuses comme le CERN ou l'Institut Paul Scherrer (ISP), par exemple. Cette formation permet d'acquérir à la fois de solides bases en physique moderne et une expertise poussée, propre à son domaine de spécialisation. Le Master de physique constitue une entrée idéale pour les carrières professionnelles et académiques où les compétences des physiciens sont très appréciées, telles que la recherche, l'enseignement ou l'industrie. Il permet également d'obtenir une capacité de modélisation très appréciée dans l'économie ou la finance.

✉ conseiller-etudes-master-physique@unige.ch

Le doctorat

Bien plus qu'un travail personnel, la thèse est une aventure qui prépare aussi bien à la recherche qu'à l'enseignement. À côté de leurs recherches, qui s'effectuent toujours sous les auspices d'un-e professeur-e, les étudiantes et étudiants suivent aussi cours et colloques, enseignent et donnent des séminaires. La thèse s'inscrit le plus souvent dans le domaine de spécialisation que l'étudiant-e a choisi en troisième année de bachelor ou lors de son master, et se déroule dans un délai de trois à cinq ans.

Ils sont passés par là...



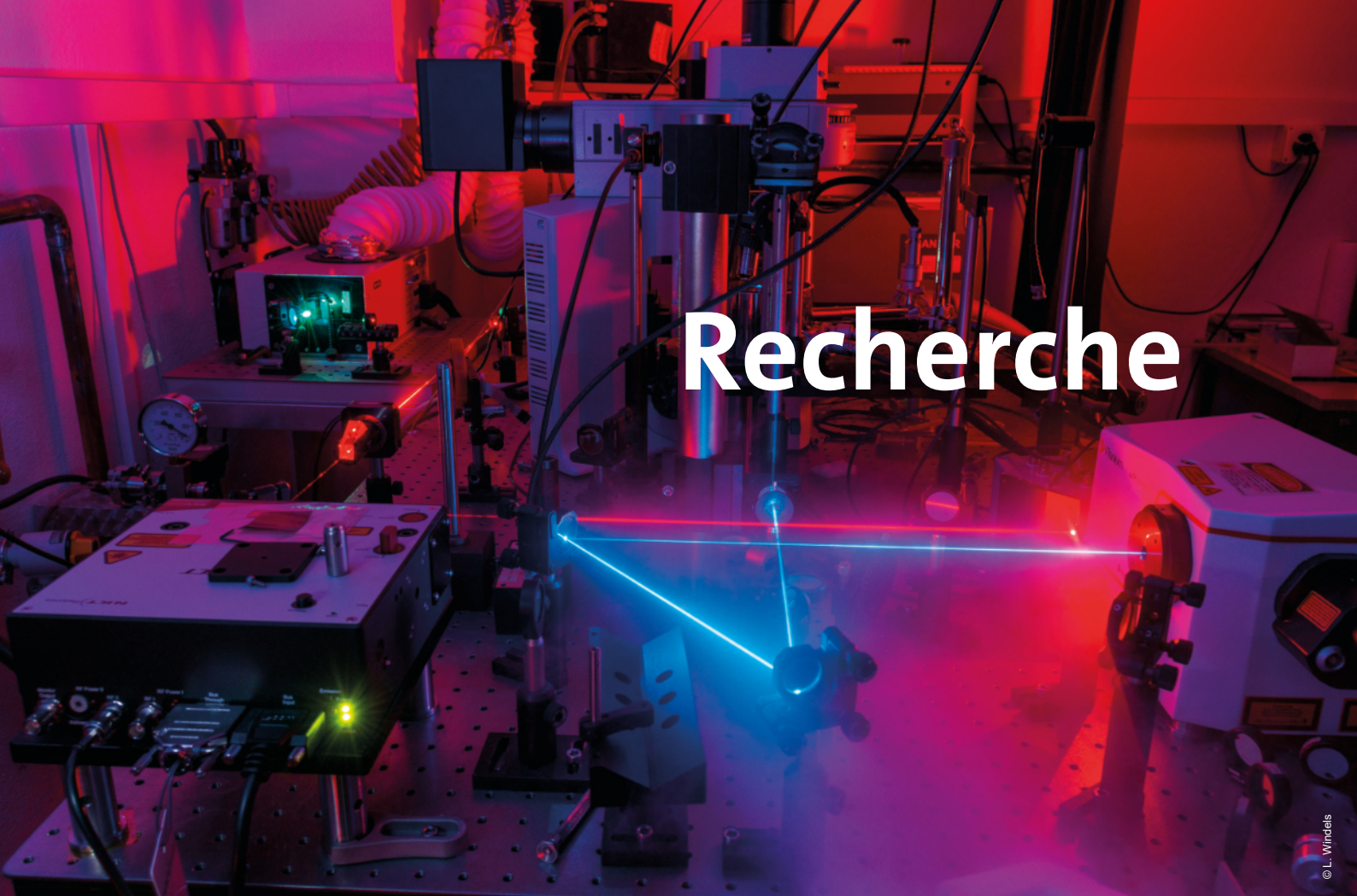
« Durant mon Master en physique à l'UNIGE, j'ai eu l'opportunité d'analyser les données d'une expérience du CERN. J'étais très bien accompagnée et encadrée tout en étant parfaitement intégrée dans l'équipe. J'ai donc pu discuter de mes idées très facilement avec les autres membres du groupe et j'ai même eu la chance d'assister au montage d'une partie de l'expérience. » **Rebecka, étudiante en thèse**



« Je garde un souvenir incroyable de mes études qui m'ont vraiment permis de me construire aussi bien personnellement que professionnellement. J'encourage tout le monde à faire des études longues et poussées dans des domaines aussi exigeants. » **Adrien, senior scientist**



« Pendant mes études, on ne m'a pas souvent dit non. Il y a la flexibilité du travail et on m'a laissé essayer et faire mes erreurs, ce qui est très formateur. On m'a donné l'encadrement nécessaire pour pouvoir essayer et finalement y arriver. » **Olivier, physicien**



Recherche

L'Université de Genève a une grande tradition d'excellence, comme l'attestent le nombre croissant de publications scientifiques et le très haut positionnement de la Section dans la plupart des classements internationaux. Dans le classement de Shanghai 2021, elle est la première institution suisse et se place en 18^e position. De plus, le prix Nobel de physique 2019 a été attribué aux chercheurs Michel Mayor et Didier Queloz du Département d'astronomie, prouvant incontestablement le caractère avant-gardiste et visionnaire des recherches menées à l'UNIGE.

L'attribution toujours croissante de crédits du Fonds national suisse de la recherche scientifique ainsi que de l'Union européenne atteste du grand dynamisme des recherches menées.

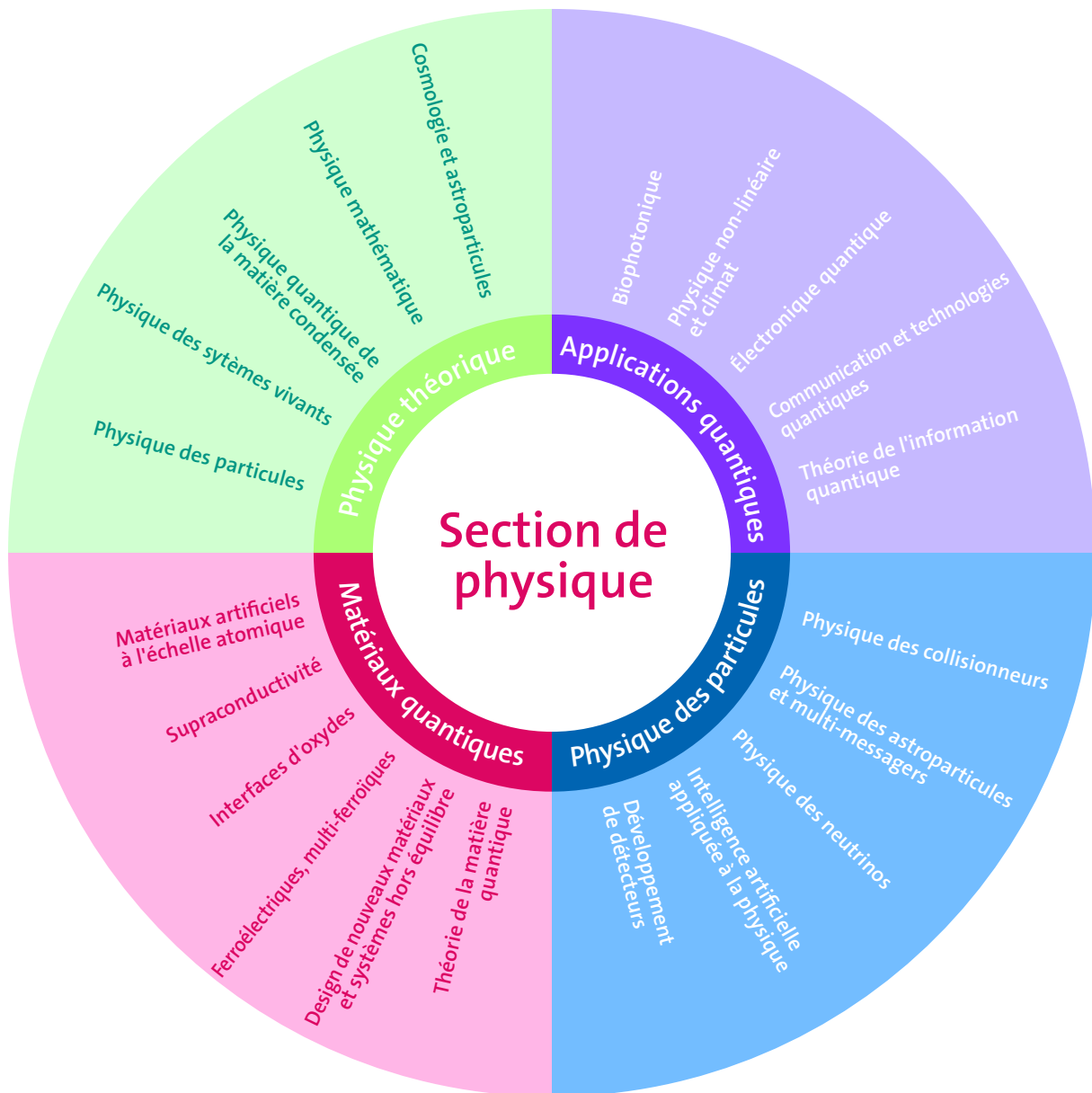
Les membres de la Section ont des profils extrêmement diversifiés : physique, informatique, électronique, mécanique, administration, ou même profils étudiants. Ce large éventail de compétences, d'intérêts et d'activités de recherche est un atout majeur pour les recherches, menées dans cet environnement hautement collaboratif et international.

De nombreux projets sont aussi menés à l'intersection avec d'autres disciplines scientifiques, telles que la biologie, la chimie, la climatologie ou les mathématiques. Ainsi, la Section est particulièrement active dans la création de quatre centres de recherche intrafacultaires dans les domaines suivants : science des ondes gravitationnelles, sciences et technologies quantiques, physique du vivant et vie dans l'Univers.

« Je suis de ceux qui pensent que la science est d'une grande beauté. Un scientifique dans son laboratoire est non seulement un technicien : il est aussi un enfant placé devant des phénomènes naturels qui l'impressionnent comme des contes de fées. »

Marie Curie, physicienne et scientifique (1867-1934)

Axes de recherches prioritaires



Ils sont passés par là...



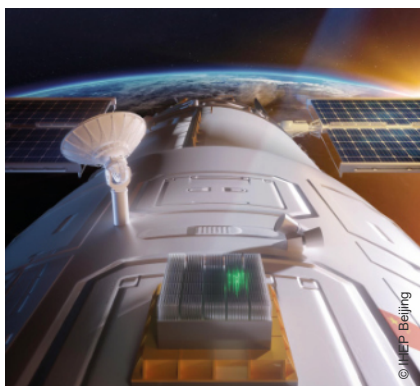
« La physique est une branche délicate, il faut de la passion et un certain esprit critique. En fait, je ne crois que ce que je vois et on ne voit pas souvent les choses. Il faut donc avoir ce feeling et ce toucher qui permet de gratter sous la surface et chercher ces petites choses invisibles. J'ai aussi adoré être dans un petit groupe de recherche, c'était une super équipe et tout le monde était là pour s'entraider. » **Stéphanie, senior scientist**



« La recherche demande de l'observation, de la curiosité et de la passion, ce sont certainement des qualités communes à tous les physiciens, mais les scientifiques ont des profils très différents : analytiques, intuitifs, etc. Dans la recherche, il y a de la place pour toutes sortes de gens. » **Hugo, entrepreneur**

Physique nucléaire et corpusculaire

Le Département de physique nucléaire et corpusculaire (DPNC) mène des recherches expérimentales à la pointe de la physique des hautes énergies, de l'astrophysique et dans divers domaines de la physique appliquée, comme l'imagerie médicale.



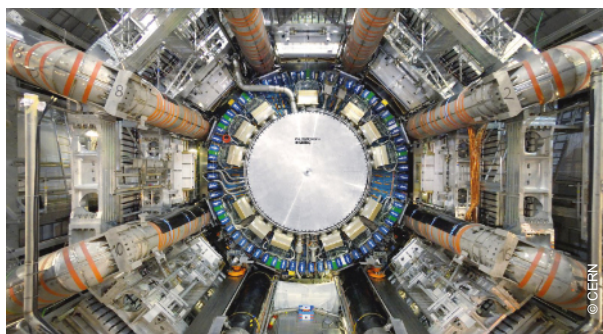
L'expérience POLAR installée sur le laboratoire spatial chinois Tiangong-2.

L'objectif du DPNC est de comprendre à la fois les lois physiques fondamentales qui régissent les interactions entre les particules subatomiques ainsi que les mécanismes physiques impliqués dans les phénomènes les plus violents dans l'Univers et le cosmos. De nombreux mystères restent aujourd'hui encore en suspens comme, par exemple, le modèle fondamental de la physique des particules qui demeure incomplet, la nature de la matière noire, la différence entre la matière et l'antimatière, l'étude des champs magnétiques astrophysiques ou la manière dont l'accélération des particules est réalisée dans l'Univers. Le département s'attaque à ces mystères dans le cadre d'une approche multidisciplinaire qui va de l'étude des collisions de particules dans les accélérateurs aux recherches en astrophysique multimessager à l'aide d'expériences sur terre et dans l'espace.

De plus, la diversité des expériences auxquelles participe le DPNC demande une synergie de nombreux domaines dans un environnement de recherche extrêmement dynamique, créatif et international. En effet, le département est membre des collaborations internationales les plus pointues dans le domaine de la physique des collisionneurs, des neutrinos et des astroparticules, avec des expériences au sol et des missions spatiales. Le DPNC est à la pointe des technologies en développant de nouveaux détecteurs de pixels pour la physique des hautes énergies, des caméras gamma Čerenkov basées sur des photodétecteurs en silicium, des détecteurs de particules embarqués dans les satellites et de grands détecteurs Čerenkov de neutrinos.

Les développements techniques et technologiques issus du département ont des applications potentielles dans l'imagerie et les traitements médicaux, comme les scanners PET, la protonthérapie et la chirurgie radioguidée. Finalement, au cours des dernières années, le DPNC a également développé une expertise dans l'application des techniques d'apprentissage automatique (machine learning) à plusieurs domaines de la physique des particules, allant de l'astrophysique à la physique des collisionneurs.

Le DPNC couvre donc tous les aspects de la recherche moderne en physique des hautes énergies et en astrophysique (développements techniques, analyse de données, applications potentielles, machine learning) dans une atmosphère vivante et en évolution rapide et constante.



Vue d'une partie du détecteur ATLAS, auprès du LHC au CERN.

Zoom sur...

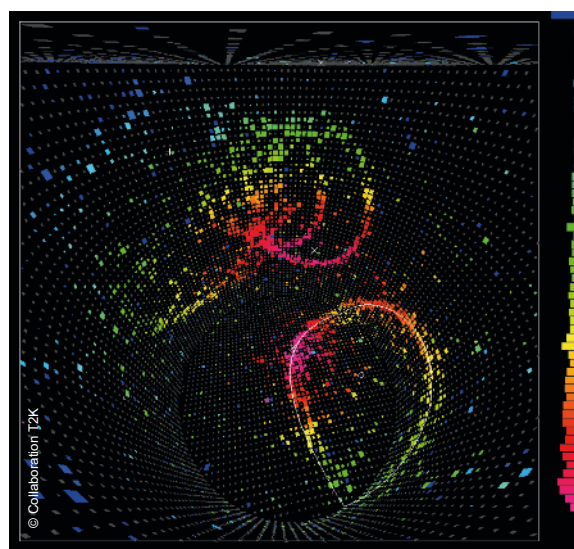
Une fêlure dans le miroir de la nature

Matière et antimatière se ressemblent beaucoup : une particule d'antimatière est en tout point identique à une particule de matière, à l'exception de sa charge électrique (et de quelques autres différences dans les nombres quantiques). Le problème, c'est que matière et antimatière ne peuvent pas coexister et si l'on remonte aux origines de l'Univers, elles ont été produites en même temps et en quantités égales. Mais aujourd'hui, l'antimatière a, semble-t-il, quasiment totalement disparu...

Cette symétrie entre matière et antimatière est donc manifestement brisée, c'est ce que les physiciens et physiciennes appellent la « violation de la symétrie charge-parité (CP) ». C'est une condition nécessaire pour expliquer la domination actuelle de la matière sur l'antimatière qui implique que les particules, malgré les apparences, doivent se comporter de manière très légèrement différente de leurs antiparticules.

En 1964, les physiciens et physiciennes ont mis en évidence une telle différence entre des quarks et des antiquarks, mais elle est très faible, trop faible pour expliquer le déséquilibre observé dans l'abondance de la matière par rapport à l'antimatière. La collaboration T2K (Tokai to Kamioka) s'est tournée vers les neutrinos qui sont les particules les plus fantomatiques que l'on connaisse. Le détecteur Super-Kamiokande, construit sous une montagne au Japon, est justement conçu pour détecter ces neutrinos au rythme d'une poignée de particules par année. C'est un accélérateur de particules situé à Tokai, à 300 km de là, qui lui fournit à volonté un faisceau de neutrinos ou d'antineutrinos.

Il existe trois types, ou saveurs, de neutrinos : électron, muon et tau. Une caractéristique surprenante de cette particule est qu'elle oscille,



Cônes de lumière Čerenkov mesurés dans le détecteur Super-Kamiokande.

c'est-à-dire qu'elle change parfois spontanément de saveur, passant par exemple de neutrino électron à neutrino muon. L'expérience a montré que les neutrinos n'oscillent pas au même taux que les antineutrinos. Il a fallu dix ans à l'expérience T2K pour collecter suffisamment de données et obtenir une statistique significative. L'expérience a montré une brisure maximale de la symétrie CP en faveur des neutrinos. Les résultats présentent donc une forte préférence pour la matière, mais ils ne suffisent pas encore pour affirmer formellement que la symétrie CP a été violée. Pour atteindre ce but, il faut encore améliorer la sensibilité de l'expérience, augmenter l'intensité du faisceau de neutrinos et accumuler plus de données.

L'expérience
en vidéo - 10 min

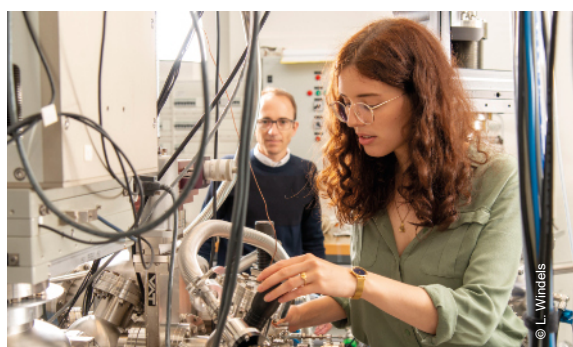
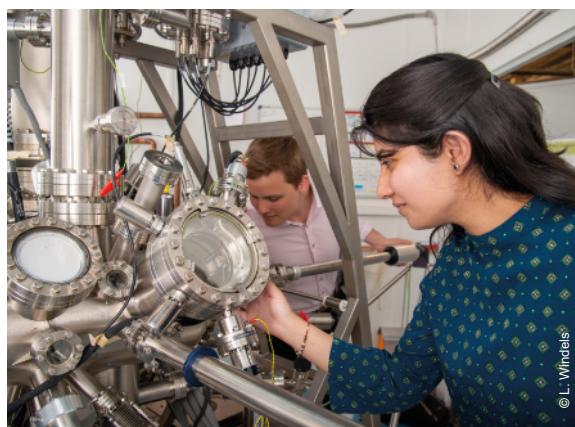




Physique de la matière quantique

Le Département de physique de la matière quantique (DQMP) s'attelle à comprendre les propriétés de la matière, à découvrir de nouvelles fonctionnalités électroniques et à établir la physique fondamentale qui les sous-tend.

Le DQMP mène des recherches aussi bien expérimentales que théoriques sur des matériaux quantiques synthétiques contrôlés à l'échelle atomique, comme les couches minces et les super-réseaux d'oxydes ou les hétérostructures de van der Waals. Nos groupes développent, conçoivent, fabriquent et étudient les propriétés de ces matériaux à l'aide d'une série de méthodes et de techniques de pointe, telles que la microscopie à effet tunnel, les mesures de transport de charge sous champ magnétique à l'échelle mésoscopique, la lithographie à faisceau d'électrons, les dernières techniques de déposition, la spectroscopie photoélectrique ou encore la nano-optique et l'optique ultra rapide.



Les recherches du DQMP comprennent également des travaux théoriques sur les atomes froids et sur les matériaux quantiques à fortes corrélations électroniques. Elles incluent aussi des études sur les fronts cellulaires, des travaux sur la supraconductivité appliquée — notamment pour les aimants à haut champ —, ainsi que sur les électrolytes solides pour les batteries. Un important programme de recherche sur les monocristaux présentant de nouvelles propriétés électroniques vient renforcer le DQMP et ses explorations sur les solides artificiels.

La diversité de ces axes de recherche et de ces techniques stimule de nombreuses collaborations au sein du département et à l'international. De plus, des chercheurs et chercheuses du DQMP travaillent en étroite collaboration avec l'industrie afin de faciliter le transfert de nouvelles technologies sur le marché. Par exemple, le développement d'une nouvelle technique de marquage pour les industries horlogère, médicale et aérospatiale s'inspire des équipements et de l'expertise STM. Les travaux sur les fils supraconducteurs permettent d'atteindre des valeurs records de champs magnétiques, essentiels notamment pour la spectroscopie par résonance magnétique et les accélérateurs de particules.

Le DQMP, dont les thèmes de recherche sont à la pointe des connaissances actuelles et au centre de la deuxième révolution quantique, offre ainsi des opportunités de carrière uniques et d'avenir !

Zoom sur...

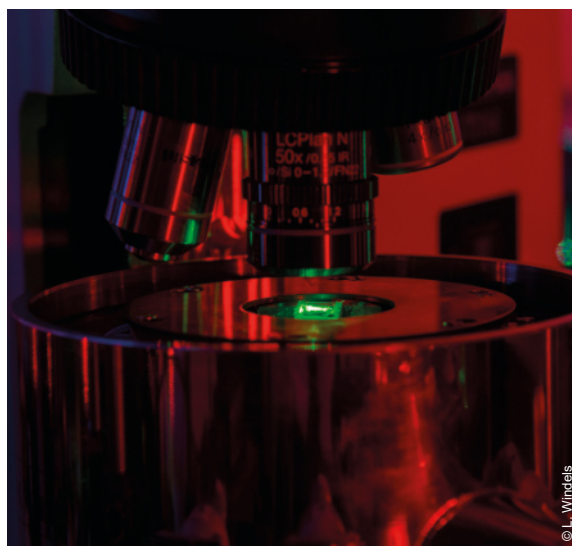
Des matériaux en 2D pour créer de la lumière sur mesure

Les matériaux semi-conducteurs capables d'émettre de la lumière sont utilisés dans des secteurs aussi divers que les télécommunications, les dispositifs électroluminescents (LED) ou le diagnostic dans le secteur médical. L'émission de lumière se produit lorsqu'un électron saute à l'intérieur du semi-conducteur d'un niveau d'énergie supérieur à un niveau d'énergie inférieur. C'est ensuite la différence d'énergie qui détermine la couleur de la lumière émise. Pour que de la lumière soit produite, la vitesse de l'électron avant et après le saut doit être exactement la même, une condition qui dépend du matériau semi-conducteur considéré.

Seuls certains semi-conducteurs peuvent être utilisés pour émettre de la lumière : le silicium par exemple, utilisé pour réaliser nos ordinateurs, ne peut pas être employé pour fabriquer des dispositifs électroluminescents.

L'objectif de la recherche était d'arriver à combiner des matériaux bidimensionnels différents pour émettre de la lumière en s'affranchissant de toute contrainte. L'idée des physiciens est que si l'on trouve une classe de matériaux pour laquelle la vitesse des électrons avant et après le changement de niveau d'énergie est nulle, nous serons dans un cas idéal qui satisfait toujours les conditions nécessaires à l'émission de lumière, indépendamment des détails des réseaux cristallins et de leur orientation relative.

Un grand nombre de semi-conducteurs bidimensionnels connus ont une vitesse électronique nulle dans les niveaux d'énergie



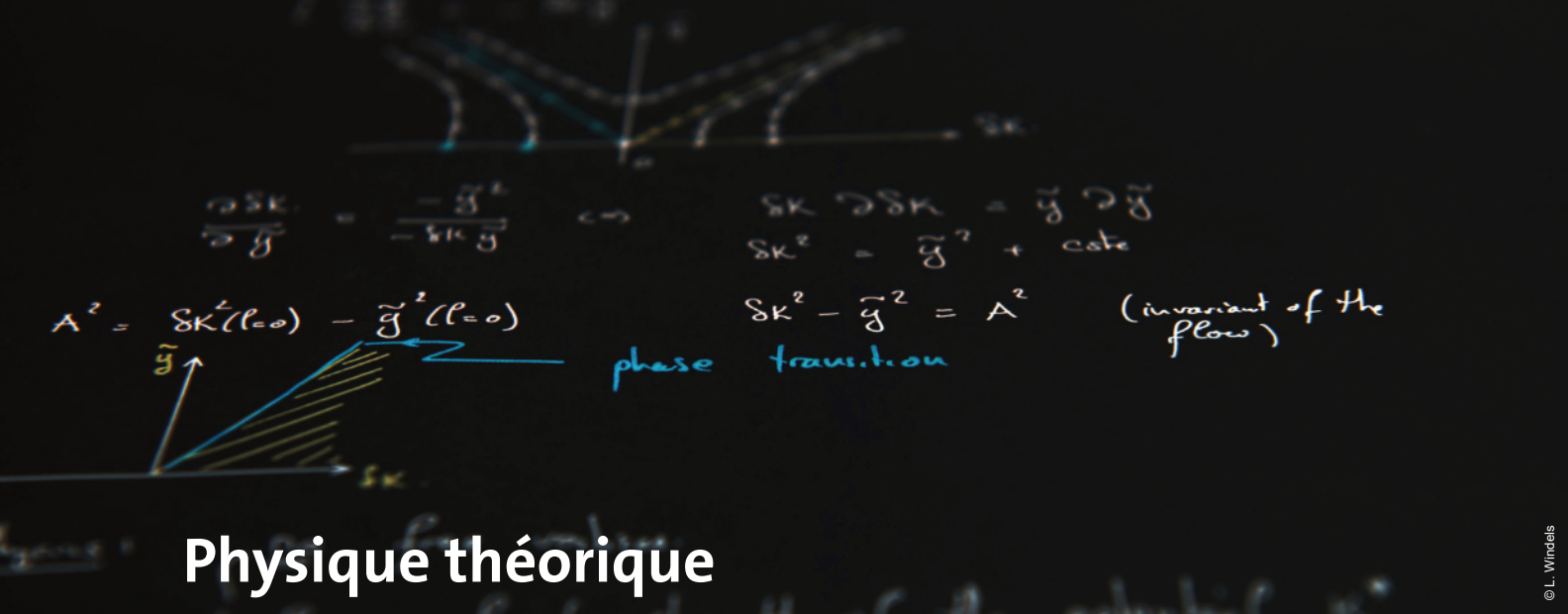
Détail de l'instrument permettant la déposition des couches monoatomiques.

pertinents. Grâce à cette diversité de composés, de nombreux matériaux différents peuvent être combinés et chaque combinaison est un nouveau semi-conducteur artificiel émettant de la lumière d'une couleur spécifique.

Du fait qu'il n'y a plus de conditions préalables à l'émission de la lumière, le grand avantage de ces matériaux 2D est d'offrir de nouvelles stratégies.

Cette recherche
en vidéo - 3'30 min





Physique théorique

Le Département de physique théorique (DPT) travaille très étroitement avec tous les autres départements de la Section de physique, mais aussi avec de nombreuses collaborations internationales de premier ordre. Les activités du DPT se concentrent essentiellement sur cinq grands axes de recherche.

La cosmologie s'intéresse notamment à l'inflation ou les alternatives à la matière noire, aux trous noirs primordiaux, à l'énergie noire et la gravité modifiée. Bien que certains de ces sujets soient de nature purement théorique, le groupe de cosmologie collabore étroitement avec des recherches expérimentales, telles que les observations du fond diffus cosmologique, de la structure cosmologique à grande échelle ou du fond d'ondes gravitationnelles, avec par exemple le satellite Planck dans le passé ou le satellite Euclid qui sera lancé fin 2022.

La recherche formelle et mathématique des théories quantiques des champs (QFT) et de la gravité s'attaque à des problèmes de fond. En particulier, les équipes étudient la manière de découvrir les informations profondément quantiques et mécaniques cachées dans les structures non perturbatrices de la QFT ou encore la façon de marier la théorie quantique des champs avec la relativité générale. Ces travaux sont complétés par les recherches en phénoménologie de la physique des hautes énergies.



Dans le domaine de la matière condensée, le département se penche sur les propriétés fondamentales des états collectifs de la matière dans les matériaux et les systèmes synthétiques, tels que les atomes ultra-froids. Une attention particulière est accordée aux phases topologiques de la matière qui peuvent accueillir des excitations d'anyons et à l'analyse de leurs propriétés de transport. Le DPT est à la pointe des études des propriétés de non-équilibre de la matière quantique et a développé de nouvelles approches basées sur des modèles de simulations et de calculs quantiques.

Aujourd'hui, les ondes gravitationnelles, découvertes par les collaborations Virgo et LIGO, ouvrent une nouvelle fenêtre sur l'Univers. Le DPT est très impliqué dans la manière d'utiliser les ondes gravitationnelles comme sondes de la cosmologie, en relation avec les données de ces détecteurs d'ondes gravitationnelles. La prochaine génération de détecteurs d'ondes gravitationnelles, comme le télescope Einstein en Europe, observera des millions d'événements par an avec une précision encore jamais atteinte.

Le DPT se place aussi à l'interface entre la biologie et la physique de la matière active. Au cours des dernières années, des collaborations scientifiques avec plusieurs départements de l'UNIGE, notamment le GAP, se sont développées dans ce domaine.

L'équipe de recherche, le corps étudiant et tous les membres du département collaborent ainsi de manière très intense avec leurs collègues de la Section et avec les scientifiques théoriciens et expérimentateurs/trices des grandes expériences internationales, permettant ainsi une très grande émulation scientifique.

Zoom sur...

Les trous noirs primordiaux pourraient expliquer la matière noire

Le North American Nanohertz Observatory for Gravitational Waves (NANOGrav) est un détecteur d'ondes gravitationnelles qui surveille les zones situées à proximité de la Terre à l'aide d'un réseau de pulsars (c'est-à-dire d'étoiles ressemblant à des horloges). Fin 2020, la collaboration NANOGrav a recueilli des preuves de fluctuations dans les données temporelles de 45 pulsars, qui pourraient être compatibles avec un signal de fond aléatoire d'ondes gravitationnelles (SGWB) à des fréquences de l'ordre du nanohertz.

L'équipe de physiciens a suggéré qu'un tel signal SGWB pourrait être généré par la formation de trous noirs primordiaux à partir des perturbations générées par l'expansion de l'Univers.



Le télescope de Green Bank en Virginie Occidentale - États Unis.

L'idée originale est que les trous noirs primordiaux dont la masse n'est pas très éloignée de la masse typique des astéroïdes pourraient constituer la totalité de la matière noire de l'Univers et que leur processus de formation pourrait avoir laissé derrière lui un fond aléatoire d'ondes gravitationnelles qui expliquerait les données NANOGrav.



Le réseau de télescopes VLA au Nouveau Mexique - États Unis.

Si les trous noirs primordiaux constituent la totalité de la matière noire dans l'Univers, il ne serait pas nécessaire de trouver des explications spéculatives pour décrire ou expliquer l'existence de la matière noire, car elle serait en fait composée de matière ordinaire, que les physiciens connaissent déjà. L'étude fournit donc une explication économique au signal détecté par la collaboration NANOGrav proposant un lien élégant avec la quête de la matière noire. Cette quête pourrait être approfondie à l'aide de futures expériences sur les ondes gravitationnelles comme l'interféromètre spatial LISA. Il permettra de sonder le signal de fond des ondes gravitationnelles produit par les trous noirs primordiaux dans d'autres gammes de fréquences (par exemple, de l'ordre du millihertz).

En savoir plus sur
la collaboration





Physique appliquée

La physique ne se contente pas de révéler les secrets de la physique fondamentale. Elle apporte bien plus à la société en contribuant à l'économie et à l'environnement, par le biais des applications découlant de ses découvertes. Le développement d'applications liées aux recherches de l'UNIGE est au cœur des activités du Département de physique appliquée (GAP).



Le laser développé pour le projet Laser Lightning Rod éclaire le ciel du Sântis pendant l'été 2021.

Afin de multiplier les opportunités de transfert de technologies vers l'industrie, ses centres d'intérêt et ses axes de recherche sont volontairement divers.

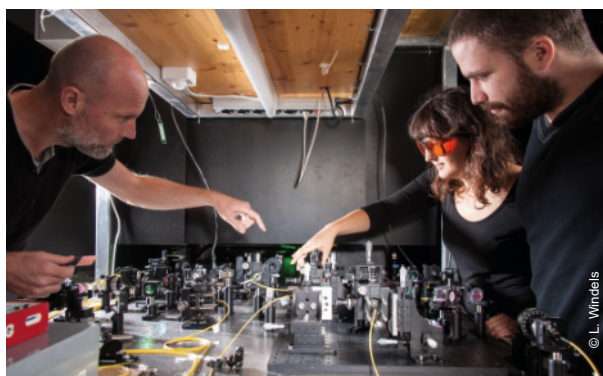
Dans le domaine de la biophotonique, les chercheurs et chercheuses du GAP développent de nouveaux procédés permettant de suivre et même de contrôler des systèmes biologiques et atmosphériques. Les applications potentielles peuvent être, par exemple, l'identification de bactéries dans l'air ambiant, la mesure de polluants, la détection précoce de cancers et le contrôle de la foudre.

Le groupe de communication quantique par fibre optique s'attache en particulier à la cryptographie quantique, reposant sur les propriétés de la physique quantique qui garantissent l'invulnérabilité du transfert de l'information, ainsi qu'au développement d'outils pour l'optique quantique comme sources et détecteurs de photons simples. Ce groupe travaille en étroite collaboration avec les scientifiques spécialisés en théorie de l'information quantique qui explorent les concepts fondamentaux de la physique quantique (telle que la non-localité) et de la thermodynamique quantique. Ces équipes développent en particulier des applications pour le traitement de l'information et de la métrologie.

De leur côté, les expertes et experts de la physique non linéaire et du climat s'intéressent aux systèmes physiques, comme la propagation des lasers de forte puissance, les vagues scélérates océaniques, les écosystèmes, ou la modélisation des changements climatiques, ainsi qu'à leurs analogies.

Les propriétés électroniques de nouveaux matériaux qui ont l'épaisseur d'une ou de quelques couches atomiques, sont aussi au cœur des activités du GAP, qui explore la possibilité d'utiliser ces matériaux pour réaliser des dispositifs opto-électroniques avec de nouvelles fonctionnalités.

Les équipes de recherche et le corps étudiant du GAP sont confrontés à des enjeux de recherche et développement liant les aspects fondamentaux et l'éventuelle mise en production rapide de leurs travaux. C'est un département très actif, prolifique et très formateur pour les étudiantes et étudiants souhaitant s'orienter vers une carrière aussi bien industrielle qu'académique.





Zoom sur...

La forme de la lumière change notre vision

Le mécanisme cellulaire de la vision a été étudié avec succès grâce à la collaboration de plusieurs disciplines. Dans l'œil, la première étape de la vision est fondée sur une petite molécule — le rétinale — qui, au contact de la lumière, change de forme. Lorsque le rétinale modifie sa forme géométrique, il déclenche un mécanisme complexe dont résultera un influx nerveux généré dans le nerf optique. Cette molécule a été soumise in vitro à des impulsions laser afin de tester sa vitesse de réaction. Étonnamment, la molécule réagissait en environ 50 femtosecondes (0,000 000 000 000 05 seconde) ! Restait à savoir si cette vitesse pouvait être atteinte également dans un organisme vivant.

Une collaboration étroite avec des biologistes a permis de placer une lentille de contact et d'effectuer un électrorétinogramme sur des souris. Cette méthode, totalement non invasive, permet de mesurer l'intensité du signal envoyé au nerf optique. L'expérience a montré que le changement de forme du rétinale se déroulait avec la même rapidité extrême que lorsqu'il est isolé.

Jusqu'à aujourd'hui, on pensait que seul le nombre de photons captés par l'œil jouait un rôle dans la vision. Toutefois, en envoyant toujours la même énergie — soit le même nombre de photons — et en changeant la forme temporelle de l'impulsion lumineuse, l'expérience a montré que l'œil ne réagit pas de la même manière selon la forme de la lumière, même si l'énergie lumineuse est identique. De plus, la réaction de l'œil diffère en fonction de l'ordre dans lequel les couleurs sont présentées, comme dans un arc-en-ciel temporel,

bien que celles-ci se succèdent extrêmement rapidement. En résumé, la rétine croit qu'il y a plus ou moins de lumière en fonction de la forme de celle-ci, alors que l'énergie est semblable, et de ce fait, envoie un courant plus ou moins fort au cerveau en fonction de sa réponse.

Cette découverte ouvre un nouveau champ de recherche sur la vision. Maintenant que l'on sait que la forme de la lumière joue un rôle sur la perception, nous pouvons utiliser cette nouvelle connaissance pour faire travailler l'œil différemment. Des domaines d'investigation sur de nouvelles possibilités d'établir des diagnostics ou éventuellement de traitement des faiblesses oculaires peuvent désormais se mettre en place.



Le docteur Geoffrey Gaulier a reçu le prix de la meilleure thèse de la Section pour ces travaux sur la vision.

Cette recherche
en vidéo - 2'30 min



Nominations

Dans sa longue tradition d'excellence, la Section est constamment à la recherche des meilleurs talents scientifiques. C'est ainsi qu'elle accueille ou promeut régulièrement de nouvelles professeures et professeurs afin d'étoffer son équipe d'enseignement et de recherche, pour offrir à son corps étudiant le meilleur encadrement qui soit, aussi bien dans l'enseignement que dans la recherche.



Pr Nicolas Brunner, professeur ordinaire au GAP, est un expert de la théorie de l'information quantique. Il se consacre également aux fondements de la physique quantique, ainsi qu'à la thermodynamique quantique. Ses recherches sont principalement de nature théorique, mais touchent également aux applications et expériences, notamment dans le domaine des communications quantiques.

Pre Chiara Caprini, professeure associée au DPT, est une experte mondialement reconnue dans le domaine de la physique des ondes gravitationnelles. Son spectre d'activité s'étend de la physique du fond d'ondes gravitationnelles d'origine cosmologique aux ondes gravitationnelles des systèmes binaires compacts. Elle contribue à développer cet axe de recherche, essentiel avec l'arrivée de la prochaine génération de détecteurs d'ondes gravitationnelles, tels que le télescope Einstein et l'interféromètre LISA.



Pr Andrea Caviglia, professeur ordinaire au DQMP, est spécialisé dans la croissance et la physique des hétérostructures d'oxydes, dont il étudie les propriétés électroniques et la dynamique ultrarapide. Récemment, il a mis en évidence la manière dont la nanofabrication couplée à des impulsions laser femtosecondes peut être utilisée pour révéler et également contrôler les propriétés des matériaux quantiques.

Pr Domenico della Volpe, professeur associé au DPNC, est un astrophysicien expérimental avec une expérience reconnue dans la R&D de détecteurs, le déclenchement et l'acquisition de données, ainsi qu'une longue expérience en tant que chef de projet dans de grandes collaborations internationales. Il est l'ingénieur système en chef du projet de télescope de grande taille du CTA, dont le prototype est opérationnel sur le site nord du CTA à La Palma, aux îles Canaries. Il est également le président du comité de publication de l'expérience LHAASO en Chine et mène un projet d'imagerie médicale financé par l'Union européenne.



Pre Géraldine Haack, professeure assistante au GAP, est une physicienne théorique, experte en thermodynamique quantique et en transport quantique dans les dispositifs à l'échelle nanométrique. Ses recherches visent à comprendre comment les effets cohérents et les corrélations quantiques peuvent être exploités dans des systèmes quantiques hors équilibre vers la récolte d'énergie, la gestion de la chaleur et le traitement de l'information quantique.



Pr Steven Schramm, professeur assistant au DPNC, met sur pied un groupe de recherche qui réunira ses connaissances en physique hadronique et en apprentissage automatique, afin de rechercher de nouvelles données physiques cachées dans des ensembles de collisions à basse énergie auprès du détecteur ATLAS du LHC du CERN. En effet, une analyse spécifique, qui comprendra à la fois des approches traditionnelles et des développements plus modernes dans le domaine de la science des données, pourrait conduire à la découverte de nouvelles particules.

Pr Fabian von Rohr, professeur associé au DQMP, est spécialisé dans la synthèse et la découverte de matériaux de très haute qualité et aux propriétés électroniques remarquables. Menant une recherche interdisciplinaire, il travaille à l'intersection de la physique de la matière quantique et de la chimie du solide, ce qui apporte une vision innovante. Il s'intéresse aux propriétés électroniques et magnétiques complexes et à leur contrôle chimique, à la synthèse et la caractérisation de nouveaux matériaux et à l'étude de leurs propriétés physiques.



Pr Xin Wu, professeur ordinaire au DPNC, est l'initiateur de plusieurs expériences spatiales. Il est membre et coordinateur de nombreux projets internationaux. Il occupe des postes de direction dans les collaborations internationales des projets spatiaux DAMPE, HERD, POLAR-2, PAN et eXTP. Il est également délégué suisse pour le Consortium européen pour la physique des astroparticules (APPEC) et membre de la Commission suisse pour la recherche spatiale (CSR) de l'Académie suisse des sciences (SCNAT).

Si l'équipe d'enseignement et de recherche se renouvelle régulièrement, certains de nos professeurs sont partis à la retraite récemment. Ainsi, la Section tient à remercier et à féliciter chaleureusement les professeurs Dirk van der Marel et Radovan Černý pour leurs carrières exemplaires.



Pr Radovan Černý a obtenu son PhD en physique de la matière condensée en 1987 à l'Université Charles de Prague (CZ). Après une année passée comme boursier DAAD à l'Institut de minéralogie et cristallographie de l'Université de Göttingen (DE), il est arrivé en 1991 comme postdoctorant au Laboratoire de cristallographie de l'UNIGE où il a évolué jusqu'à professeur associé. Ses domaines de prédilection sont les méthodes de diffraction appliquées sur les échantillons polycristallins. Mis à part les composés intermétalliques (phases Cerny) et la découverte de nouveaux minéraux (radovanite), ses études en science des matériaux portaient sur le stockage de l'hydrogène et plus récemment sur des électrolytes solides, pour les batteries sodium-ion.



Pr Dirk van der Marel a obtenu son doctorat à l'Université de Groningen en 1985. Après des postes de collaborateur scientifique chez Philips à Eindhoven et à l'Université de Delft, il accepte en 1992 un poste de professeur ordinaire à l'Université de Groningen, puis en 2003 à l'Université de Genève. Il a été directeur du Département de physique de la matière condensée à Groningen et président de la Section de physique à Genève. Il a également été membre du conseil de recherche du Fonds national suisse de la recherche scientifique. Durant sa carrière, il s'est intéressé au comportement collectif des électrons, à la supraconductivité, au magnétisme, aux transitions métal-isolant, à la quantification de la conductivité et aux phénomènes optiques liés à la supraconductivité et au magnétisme.



Services à la cité

La Section est active pour rendre la science accessible à tous. Elle crée des opportunités pour renforcer les liens avec le grand public, et promeut la science à travers différentes actions innovantes pour informer, en particulier les plus jeunes, sur les aspects fascinants de sa recherche de pointe et de la science.

Physiscope

Le Physiscope, créé avec le pôle national de recherche MaNEP a pour objectif de faire découvrir la science de manière ludique et interactive au travers d'**ateliers de découverte**. Il adapte en permanence son offre pédagogique en fonction des évolutions et des avancées dans son domaine. L'expertise du Physiscope en **médiation scientifique**, reconnue au niveau européen, est régulièrement sollicitée par des institutions externes afin de participer à leurs développements dans leurs activités orientées vers le public.

Athéna

Afin d'**encourager les carrières scientifiques** auprès des jeunes, les Sections de physique et de mathématiques ont également développé le **programme d'études anticipées** Athéna. Il s'adresse aux collégien-nes et gymnasien-nes en dernière ou avant-dernière année de cursus secondaire souhaitant découvrir les études universitaires, et éventuellement prendre de l'avance dans leurs études.

Scientify

La **médiation** et la **communication scientifique** évoluant toujours plus vite, la Section de physique a créé Scientify, le premier laboratoire média scientifique de ce type à l'UNIGE, dédié à la promotion de ses activités de recherche. Il a pour but de produire et de créer de nouveaux contenus scientifiques, **ludoéducatifs et didactiques**, libres d'accès et libres de droits destinés aux médias, aux réseaux sociaux, au grand public et à la communauté scientifique.

Laboratoire de Technologie Avancée (LTA)

Le LTA, initié par le DQMP en collaboration avec la HES-SO Genève est aujourd'hui une plateforme clé de la Faculté des sciences et de l'**innovation genevoise**. Il offre aux entreprises et aux partenaires académiques un accès facilité aux **équipements de pointe** et à l'**expertise** de l'UNIGE et de la HES-SO, dont ceux de la Section de physique.

Ils sont passés par là...



«Au Physiscope, j'ai pu accueillir des élèves chaque semaine pour leur montrer des expériences de physique. Il y avait beaucoup d'expériences ludiques vraiment impressionnantes et très étonnantes, même pour moi. J'ai appris beaucoup de choses et j'ai vraiment pris mon pied à partager cette passion pour la physique avec les enfants.»

Thibaut, ingénieur en mobilité autonome



Vie étudiante

L'Association des Étudiant-es en Physique (AEP)

L'AEP rassemble tous les étudiantes et étudiants en physique de l'Université de Genève, essentiellement des niveaux bachelor et master. Elle a pour but de favoriser les échanges et l'entraide en mettant en relation les étudiant-es en physique de tous les niveaux, mais aussi d'être un soutien en cas de problèmes pour les cours, les examens ou les démarches administratives universitaires.

Pour ce faire, l'AEP a mis en place, pour ses membres, des répétitoires hebdomadaires où le corps étudiant des deuxième et troisième années se porte volontaire pour aider les premières années avec leurs séries d'exercices. L'AEP a développé un système de parrainage pour les premières années et gère en plus une salle d'études réservées aux étudiantes et étudiants en physique, ainsi que les groupes WhatsApp de chaque promotion, permettant la diffusion rapide d'informations.

L'AEP entretient d'excellentes relations avec la Section de physique et son équipe enseignante, permettant ainsi des échanges facilités ou une meilleure médiation en cas de conflit.

Finalement, l'AEP collabore étroitement avec l'Association des Étudiant-es en Sciences (AESc) qui s'occupe de la vie estudiantine sur tout le campus des sciences et, au fil du temps, a développé de bonnes relations avec les associations estudiantines de l'ensemble des Sections de la Faculté des sciences.

L'AEP, c'est aussi une vie associative très riche en dehors des cours et de nombreux événements organisés tout au long de l'année (barbecues, soirées, etc.) ! En bref, l'association existe parce que, même si étudier la physique peut se montrer éprouvant, la vie autour des études n'a pas besoin de l'être !

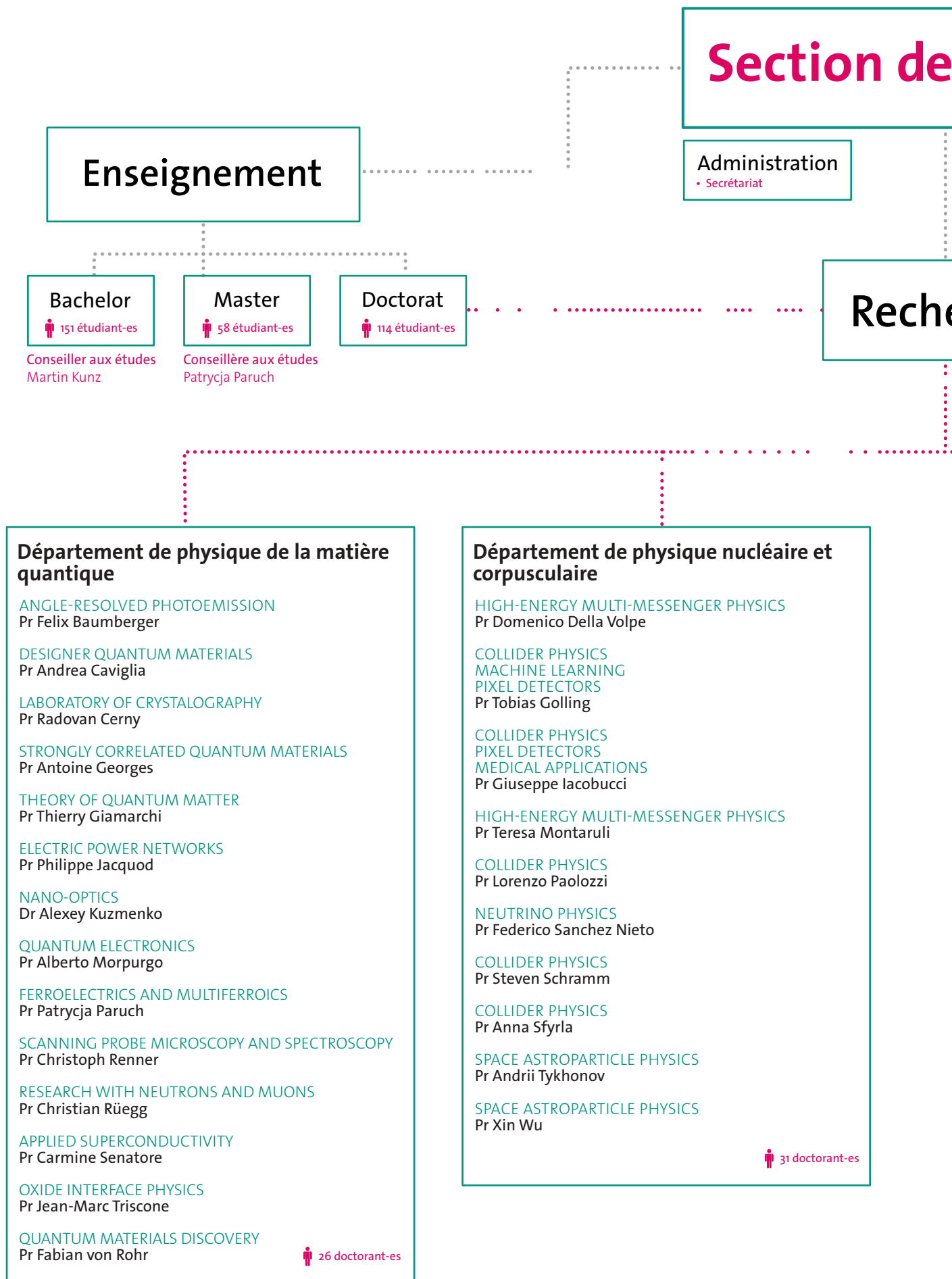
Un esprit sain dans un corps sain

L'Université offre un cadre exceptionnel et porte une attention particulière au bien-être de son corps étudiant et de son personnel. Elle propose une large gamme de services permettant à ses membres d'étudier et de travailler dans les meilleures conditions.

Le service des sports de l'Université permet à chacun de trouver une ou plusieurs activités physiques encadrées au choix parmi un éventail très large.

Le service de santé psychologique est présent pour les membres de la communauté universitaire désirant s'exprimer librement et accéder à un soutien psychologique en toute confiance et en toute confidentialité.

Enfin, le pôle social offre du soutien et de l'aide pour résoudre d'éventuels problèmes financiers, grâce à une assistance sociale qui fournit les bons outils pour aller au bout de chaque parcours dans les meilleures conditions de vie.



physique

Services communs

- Réception
- Ateliers
- Auditoriums
- Travaux pratiques

Outreach

Physiscope

~6000 visiteurs

Athéna

80 étudiant-es

Communication

Département de physique théorique

QUANTUM MATERIALS

Pr Dmitry Abanin

COSMOLOGY

Pr Camille Bonvin

COSMOLOGY

Pr Julien Carron

COSMOLOGY

Pr Ruth Durrer

BIOLOGICAL PHYSICS

Pr Karsten Kruse

COSMOLOGY

Pr Martin Kunz

COSMOLOGY

Pr Lucas Lombriser

GRAVITATIONAL WAVES

Pr Michele Maggiore

MATHEMATICAL PHYSICS

Pr Marcos Mariño

COSMOLOGY

ASTROPARTICLES

Pr Antonio Riotto

PARTICLE PHYSICS

Pr Francesco Riva

STRING THEORY

HOLOGRAPHY

Pr Julian Sonner

MESOSCOPIC SYSTEMS

Pr Eugene Sukhorukov

MATHEMATICAL PHYSICS

Pr Vincent Vargas

26 doctorant-es

Département de physique appliquée

QUANTUM INFORMATION THEORY

Pr Nicolas Brunner

QUANTUM THERMODYNAMICS

Pr Géraldine Haack

NONLINEARITY AND CLIMATE

Pr Jérôme Kasparian

QUANTUM ELECTRONICS

Pr Alberto Morpurgo

BIOPHOTONICS

Pr Jean-Pierre Wolf

QUANTUM TECHNOLOGY

Pr Hugo Zbinden

31 doctorant-es



UNIVERSITÉ DE GENÈVE

FACULTÉ DES SCIENCES

Section de physique



Informations pratiques

© 123RF

Une Université européenne et mondiale

Genève est la ville la plus orientale de Suisse dans un canton à taille humaine, proche des Alpes et entourée par la France. Capitale diplomatique de la Suisse accueillant la plupart des organisations internationales (ONU, OMC, OMS, CERN, etc.), elle est idéalement située au centre de l'Europe. Très cosmopolite, Genève accueille un grand nombre de personnes de tous horizons et de toutes origines géographiques et culturelles. C'est l'endroit idéal pour le développement de son réseau personnel et professionnel !



L'Europe à portée de main

Bien placée au cœur de la Genève internationale, la Section de physique et l'UNIGE profitent de la proximité des gares de Cornavin et des Eaux-Vives, permettant de rejoindre facilement la France voisine et la plupart des grandes villes et capitales étrangères en quelques heures. Même si Genève est une ville à taille modeste, elle bénéficie d'un aéroport international bien desservi, facilitant le développement et la croissance de nos activités internationales.



Entre lac et montagne

La Suisse se classe à la 4^e place des pays « les plus heureux » du monde et Genève est une ville où il fait bon vivre. Idéalement située au croisement du lac Léman, du Jura et des Alpes, elle offre un accès à d'innombrables activités culturelles, sportives et de pleine nature. C'est une ville très dynamique, à taille humaine, proposant de nombreuses animations, des centres culturels et de divertissements où chacun et chacune trouvera son bonheur, quels que soient ses centres d'intérêt !



Une Université au cœur de la ville

L'Université de Genève est au cœur de la ville, répartie sur de nombreux sites. Au sein de la Faculté des sciences, la Section de physique est située au bord des quais de l'Arve, dans le quartier des Bains, à quelques pas de la plaine de Plainpalais, rendue célèbre par le roman Frankenstein de Mary Shelley, de la Promenade des Bastions et de la vieille ville de Genève.



Les sciences côtoient la culture genevoise

Le quartier des Bains est l'un des plus dynamiques de Genève, avec de nombreuses galeries d'art, musées, théâtres et salles de concert. C'est un secteur extrêmement vivant, aussi bien en journée qu'en soirée. L'effervescence nocturne en fait un quartier très prisé des étudiantes et étudiants, avec la présence de nombreux restaurants et bars aux alentours.

Adresse et téléphone

24, quai Ernest-Ansermet
CH-1211 Genève 4

Secrétariat : +41 22 379 6383

✉ secretariat-physics@unige.ch

Site de la Section : <https://www.unige.ch/sciences/physique/>

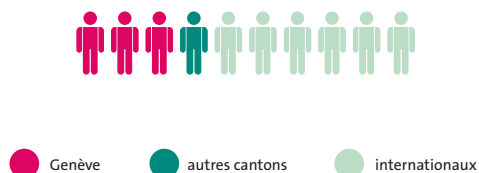
Site de l'UNIGE : <https://www.unige.ch>



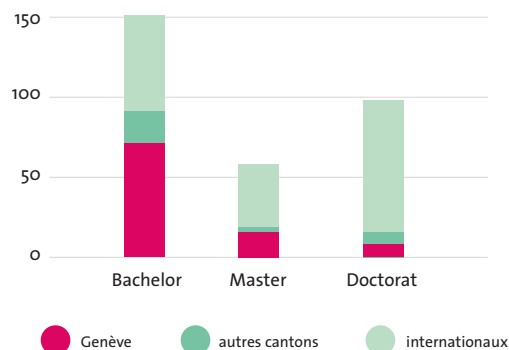
inscription

La Section en chiffres

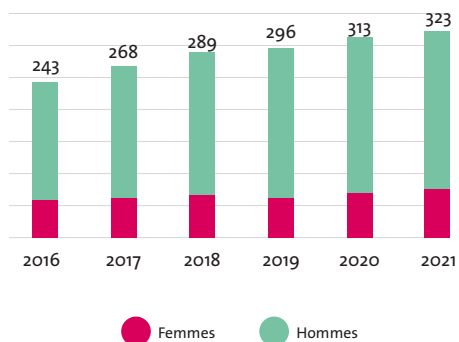
Provenance des étudiant-es 2021



Provenance des étudiant-es 2021
par niveaux



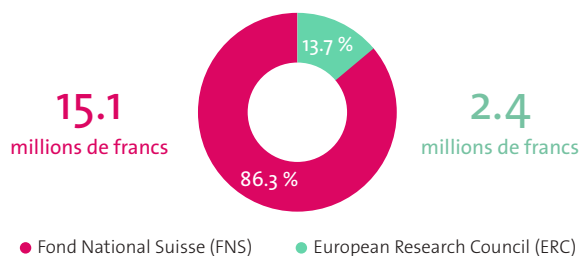
Évolution du nombre d'étudiant-es



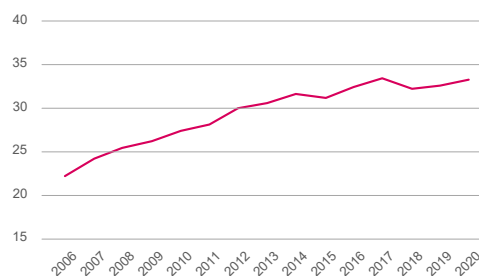
Taux d'encadrement



Financement de la recherche 2020



Financement de la Section
hors ERC (en millions de francs)



Notes



IMPRESSUM

TEXTE ET GRAPHISME
Section de physique (UNIGE)

IMPRESSION
Imprimerie d'Arve, Genève

TIRAGE : 400 exemplaires

Mai 2022



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE