

Étudier
EN
FRANCE

LA RECHERCHE EN PHYSIQUE

Du mot d'origine grecque de "la nature", la physique est étymologiquement la "science de la nature". Le mathématicien, physicien et philosophe français René Descartes désignait la physique comme la connaissance de la nature correspondant alors aux sciences naturelles ou encore à la philosophie naturelle. La signification ancienne de la physique rassemblait l'actuelle physique, la chimie et les sciences naturelles. Sa signification est aujourd'hui plus restreinte, car elle décrit de façon à la fois quantitative et conceptuelle les composants fondamentaux de l'univers, les forces qui s'y exercent et leurs effets. À la fois quantitative pour la mesure des composants de l'univers et conceptuelle pour fonder des théories sur les effets des forces qui agissent, la recherche en physique développe des théories en utilisant l'outil des mathématiques pour décrire et prévoir l'évolution de systèmes.



DE LA PHYSIQUE FONDAMENTALE À LA PHYSIQUE APPLIQUÉE

Les chercheurs se spécialisent en physique théorique (physique quantique, thermodynamique et physique statistique, électromagnétisme) ou en physique expérimentale (comportement des matériaux, électronique et composants, fluides et écoulements), avec d'autres domaines d'applications (énergie et environnement, biologie physique du solide, informatique appliquée).

UNE RECHERCHE INTERDISCIPLINAIRE

Bien que la matière vivante soit généralement exclue du domaine de la physique, la biologie et la physique ont des applications en commun. La biophysique applique les principes et les procédés de la physique à l'analyse des structures et des mécanismes de la matière vivante. La phy-

sique intervient également dans des méthodes de mesure de l'analyse chimique. Ces méthodes physico-chimiques instrumentales permettent de réaliser des progrès importants en chimie analytique du milieu liquide. Les liens entre la physique et les sciences de la Terre et de l'espace se développent dans l'astrophysique. On distinguait auparavant des applications de la physique dans la mécanique, l'électricité, l'optique, etc., alors que la physique moderne concerne des critères phénoménologiques : la physique des particules, la physique nucléaire, la physique atomique et moléculaire, la physique des milieux condensés (solides et liquides), la physique des plasmas, etc. L'expérimentation est aujourd'hui développée pour la recherche sur des structures, tels que les accélérateurs pour l'étude des particules et des noyaux, les réacteurs à neutrons pour l'étude des structures des phases condensées...

Depuis **René Descartes** (1596-1650), **Blaise Pascal** (1623-1662), **André Ampère** (1775-1836) et **Sadi Carnot** (1796-1832), la physique est, avec les mathématiques, un des grands domaines d'excellence de la recherche française. En témoigne une douzaine de prix Nobel contemporains décerné à des physiciens français illustres : **Antoine Henri Becquerel**, **Pierre et Marie Curie**, **Louis de Broglie**, **Alfred Kastler**, **Pierre Gilles de Gennes**, **Georges Charpak**, **Claude Cohen-Tannoudji**, **Albert Fert**, **Serge Haroche** et en 2018 **Gérard Mourou** pour ses recherches menées avec **Donna Strickland** (Canada).

L'EXPÉRIMENTATION SUR LA MATIÈRE EN CONDITIONS EXTRÊMES

La recherche française en physique s'articule sur l'étude des différents constituants, des matériaux et des milieux : constituants élémentaires, physique théorique, plasmas chauds ; milieux denses, matériaux et composants ; milieux dilués et optique fondamentale ; physique et science des matériaux. Une autre tendance de la physique expérimentale contemporaine est celle qui conduit aux investigations sur la matière placée dans des conditions extrêmes : très hautes ou très basses températures, très fortes ou très faibles pressions, champs magnétiques ou électriques très intenses, conditions qui dévoilent de nouvelles propriétés. L'exemple le plus souvent cité pour illustrer cette démarche scientifique est celui du phénomène de la supraconductivité, dont la lévitation magnétique est la manifestation la plus spectaculaire.



LE RÔLE MAJEUR DE LA PHYSIQUE FRANÇAISE DANS LES TRÈS GRANDES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE (TGRI)

Aéronautique

- **Grandes souffleries pour l'aéronautique** et le spatial, conditions aérodynamiques pour tester les moteurs d'avion : <http://windtunnel.onera.fr>
- **Service des Avions Français Instrumentés pour la Recherche en Environnement (SAFIRE)**, étude physique et chimique de l'atmosphère : www.safire.fr



Astrophysique

- **ANTARES**, télescope à neutrinos : <http://antares.in2p3.fr>
- **Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array (ESO ALMA)**, observatoire astronomique (interféromètre radiométrique/submillimétrique) installé au Chili : www.eso.org/sci/facilities/alma/
- **Cerenkov Telescope Array (CTA)**, projet d'observatoire de rayonnement gamma à ultra-haute énergie : www.cta-observatory.org
- **CONCORDIA**, station internationale sur le plateau continental antarctique pour des études physico-chimiques sur l'atmosphère : www.institut-polaire.fr/ipev/infrastructures/les-bases/concordia/
- **European Extremely Large Telescope (ESO E-ELT)**, projet du plus grand télescope au monde (près de 40 mètres de diamètre) dans le domaine de l'observation en lumière visible et infrarouge : www.eso.org/public/teles-instr/e-elt
- **European Southern Observatory (ESO)**, principale organisation européenne dans le domaine de l'astrophysique pour des programmes scientifiques variés de la planétologie à la cosmologie. www.eso.org/public/france
- **Flotte océanographique française** :
 - Flotte Ifremer : <http://flotte.ifremer.fr>
 - Institut National des Sciences de l'Univers (INSU)-CNRS : www.insu.cnrs.fr
 - Instrumentation, moyens analytiques, observatoires en géophysique et Océanographie (IMAGO) - IRD Centre de Bretagne : www.brest.ird.fr/us191/flotte/flotte.htm
 - Institut polaire français Paul-Émile Victor (IPEV) : www.institut-polaire.fr/ipev/infrastructures
- **GODAE - MERCATOR**, système logiciel de prévision océanographique : www.mercator-ocean.fr

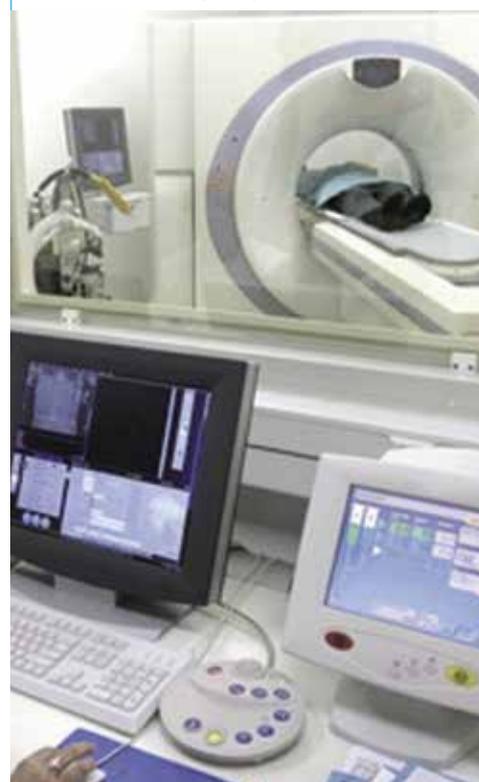
- **High Energy Stereoscopic System (HESS)** (phases I et II), télescope Cerenkov stéréoscopique et projet international d'un observatoire de rayonnement gamma à très haute énergie : www.mpi-hd.mpg.de/hfm/HESS/HESS.html
Équipe française : <http://lfnhess.in2p3.fr/~hess/>
- **Institut de RadioAstronomie Millimétrique (IRAM)**: France-Allemagne-Espagne, deux observatoires dans le domaine des longueurs d'onde millimétrique et submillimétriques (de 0,8 à 3,4 mm, soit 70 à 350 GHz) sur le Pico Veleta près de Grenade (Espagne) et sur le Plateau de Bure dans les Hautes-Alpes (France) : www.iram-institute.org
- **Instrumentation pour les grands télescopes de l'ESO (INSTRUM ESO)**, Matisse recombine les 4 télescopes dans l'IR moyen et Gravity d'une précision astrométrique de 10 microsecondes d'arc sur les objets faibles : www.eso.org
- **Large Synoptic Survey Telescope (LSST)**: grand télescope en construction au Chili depuis 2014, programme d'observation en 202, caméra de 3,2 millions de pixels, surface équivalente à 40 fois la pleine lune, cartographie de l'ensemble du ciel sur 10 années : <http://lsst.in2p3.fr>
- **La Silla & Paranal Observatory (ESO LSP)**: télescope de 3,6 m dédié aux exoplanètes, réseau de quatre télescopes de 8 m de diamètre combinable : <https://www.eso.org/sci/facilities/lpo.html>

Physique nucléaire et énergies

- **CLIC**, Collisionneur Linéaire Compact : www.linearcollider.org
- **European Consortium for the Development of Fusion Energy**: <https://www.euro-fusion.org>
- **European Spallation Source (ESS)**, source européenne de neutrons : <https://europeanspallationsource.se>
- **Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR)**, projet international d'un accélérateur d'ions lourds, de protons et d'antiprotons : www.fair-center.eu
- **Grand accélérateur national d'ions lourds (GANIL)**, infrastructure française CEA-CNRS en fonctionnement depuis 1983 pour la production et l'accélération d'ions radioactifs : www.ganil-spiral2.eu



- **Infrastructures de recherche - Résonance Magnétique Nucléaire, Très Hauts Champs (IR-RMN)**, réseau des installations de résonance magnétique nucléaire à très hauts champs de Gif-sur-Yvette, Grenoble, Lille, Lyon et Orléans : www.ir-rmn.fr
- **Observatoire Européen Gravitationnel-VIRGO (EGO-VIRGO)**, consortium franco-italien qui gère l'interféromètre géant VIRGO destiné à observer des ondes gravitationnelles : www.ego-gw.it
- **Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire - Grand Collisionneur Hadronique (CERN-LHC)**, infrastructure mondiale la plus importante dans le domaine de la recherche en physique des particules : www.lhc-france.fr
- **Petawatt Aquitaine Laser (PETAL)**, projet français en Aquitaine d'un laser intense coordonné par l'Institut Laser-Plasma (ILP) : <http://petal.aquitaine.fr>
- **PRACE**, Centre de calcul européen de niveau très avancé : www.prace-project.eu
- **Réacteur Thermonucléaire Expérimental International (ITER)**, équipement de recherche en fusion nucléaire contrôlée (mise en service du réacteur en 2018) : www.iter.org/fr
- **Source Optimisée de Lumière d'Énergie Intermédiaire du LURE (SOLEIL)**, synchrotron français à Saclay : www.synchrotron-soleil.fr
- **Système de production d'ions radioactifs accélérés en ligne (SPIRAL 2)**, infrastructure en construction pour la production et l'accélération d'ions radioactifs : www.ganil-spiral2.eu/science/accélérateurs/spiral
- **Tore Supra**, bobines magnétiques supraconductrices : www.fusion-magnetique.cea.fr/cea/ts/ts.htm



LE CERN, L'ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE

<http://home.cern>

Fondé en 1954, le CERN est l'un des plus grands et des plus prestigieux laboratoires scientifiques du monde. Il a pour vocation la physique fondamentale, la découverte des constituants et des lois de l'Univers. Il utilise des instruments scientifiques très complexes pour sonder les constituants ultimes de la matière : les particules fondamentales. Les instruments utilisés par le CERN sont des accélérateurs, des collisionneurs et des détecteurs de particules. La France est un des douze membres fondateurs du CERN qui compte aujourd'hui 24 États membres. Des scientifiques de quelque 600 instituts et universités du monde entier utilisent les installations du CERN situées de part et d'autre de la frontière franco-suisse près de Genève. 5 prix Nobel ont été décernés à des physiciens du CERN, dont le français Georges Charpak.

LES GRANDS DOMAINES D'APPLICATION DE LA PHYSIQUE

La recherche en physique est répartie dans différents domaines où elle constitue un champ disciplinaire à part entière :

- l'Astrophysique qui couvre la cosmologie, la planétologie, la géophysique, l'océanographie physique, la physique des plasmas et les astroparticules ;
- la Physique quantique qui réunit la physique atomique, la physique moléculaire, la recherche sur l'optique et la photonique ;
- la Physique des particules avec la recherche sur la physique nucléaire et l'accélérateur de particules ;
- la Physique de la matière condensée qui englobe un ensemble de disciplines : physique du solide, science des matériaux, physique des polymères, matière molle, physique mésoscopique et systèmes désordonnés.

LIENS UTILES

- Allistene, Alliance des sciences et technologies du numérique : www.allistene.fr
- ANDÈS, Association Nationale des Docteurs ès Sciences : www.andes.asso.fr
- ANR, Agence Nationale de la Recherche : www.agence-nationale-recherche.fr
- ANRT, Agence Nationale de la Recherche et de la Technologie : www.anrt.asso.fr
- CIFRE, Conventions Industrielles de Formation par la Recherche : www.anrt.asso.fr >CIFRE
- CNRS, Centre National de la Recherche Scientifique : www.cnrs.fr
- EURAXESS, mobilité des chercheurs en Europe : http://ec.europa.eu/euraxess/index_en.cfm
- Fondation Alfred Kastler (accueil des chercheurs étrangers en France) : www.fnak.fr
- La physique au lycée, dossier du CNRS : www.cnrs.fr/cnrs-images/physiqueaulyce/
- Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation : www.enseignementsup-recherche.gouv.fr
- Reflets de la physique, revue de la Société Française de Physique : www.refletsdelaphysique.fr
- Société Française de Physique (SFP), depuis 1873 : www.sfpnet.fr

14 PRIX NOBEL ATTRIBUÉS À DES PHYSICIENS FRANÇAIS

Le prix Nobel récompense des figures scientifiques éminentes dans le domaine de la physique depuis 1901. Avec **PIERRE et MARIE CURIE**, prix Nobel de physique de 1903 pour leurs recherches sur le phénomène des radiations découvert par le professeur **HENRI BECQUEREL**, c'est au total 14 prix Nobel, dont 4 dans les 25 dernières années, qui ont été décernés à des physiciens français.

■ Sorti de l'École Normale Supérieure de Paris en 1955, **PIERRE-GILLES DE GENNES** (1932-2007) a été ingénieur de recherche au Commissariat à l'énergie atomique (CEA), puis professeur de la Faculté d'Orsay et au Collège de France, Directeur de l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la Ville de Paris et chercheur à l'Institut Curie. C'est en 1991 qu'il a été récompensé par le prix Nobel de physique pour ses travaux sur les cristaux liquides.

■ **GEORGES CHARPAK** (1924-2010) est rattaché à l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la Ville de Paris et au CERN, l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire, lorsqu'il est lauréat du prix Nobel de physique de 1992 pour l'invention et le développement des détecteurs de particules (chambre proportionnelle multifils).

■ **CLAUDE COHEN-TANNOUDJI** a été nommé en 1973 professeur titulaire de la chaire de physique atomique et moléculaire au Collège de France où il a enseigné jusqu'en 2004. Il a reçu la Médaille d'or du CNRS en 1996. Chercheur au laboratoire Kastler-Brossel de l'École Normale Supérieure de Paris, il est co-lauréat du prix Nobel de physique de 1997 pour le développement de méthodes servant à refroidir et à confiner des atomes avec la lumière laser.

■ Spécialiste de physique de la matière condensée, **ALBERT FERT** est professeur émérite à l'Université Paris-Sud 11 et directeur scientifique au sein de l'unité mixte de recherche CNRS-Thales. Il est co-lauréat avec l'allemand Peter Grünberg du prix Nobel de physique de 2007 pour la découverte de la magnétorésistance géante.

■ **SERGE HAROCHE** a fait ses études à l'École normale supérieure, maître de conférences à l'École polytechnique, professeur à l'Université Pierre-et-Marie-Curie et chercheur au CNRS (médaille d'or en 2009). Il a simultanément enseigné pendant neuf ans à l'université de Yale, a dirigé à l'ENS le département de physique de 1994 à 2000 et a été nommé professeur au Collège de France en 2001. Il a reçu le prix Nobel de physique en 2012, pour ses recherches conduites au sein du Laboratoire Kastler Brossel (ENS-UMPC), avec l'Américain

David Wineland (NIST, National Institute of Standards, Boulder, Colorado), pour leurs travaux en physique quantique qui ont permis de mesurer et de manipuler des systèmes quantiques individuels, des photons et des ions.

■ **GERARD MOUROU**, prix Nobel de Physique 2018, partage son prix avec l'Américain Arthur Askin et la Canadienne Donna Strickland pour leurs travaux sur les lasers. Gérard Mourou est professeur émérite à l'École Polytechnique. Il y a dirigé de 2005 à 2009 le laboratoire d'optique appliquée, après 30 ans de carrière et de recherche aux États-Unis à l'Université du Michigan. Il est à l'origine du projet *Extreme Light Infrastructure* qui permettra de doter l'Europe de grandes installations de laser intense en Roumanie, Hongrie et République Tchèque.

LE PORTAIL DE LA RECHERCHE EN FRANCE

WWW.CAMPUSFRANCE.ORG > CHERCHEURS

UN POINT D'ACCÈS UNIQUE D'INFORMATION **EN LIGNE**
POUR TROUVER UN PROJET DE RECHERCHE



◆ MIEUX CONNAITRE LA RECHERCHE FRANÇAISE

- > Comprendre le fonctionnement du Doctorat en France
- > Savoir comment s'inscrire en Doctorat et comment financer son projet de thèse
- > Candidater aux programmes de recherche internationaux (Partenariats Hubert Curien, *Make Our Planet Great Again*)



◆ UN ANNUAIRE DES ÉCOLES DOCTORALES

Point d'entrée pour une inscription en Doctorat, les 265 Écoles Doctorales organisent et supervisent la formation doctorale.

- > Une recherche par mots clés, Régions et disciplines
- > Toute l'information sur l'École Doctorale : axes de recherche, critères et contacts pour l'admission, dispositifs d'accueil, sujets proposés, financements actuels, dimension internationale, contacts des laboratoires de recherche associés
- > Un accès aux offres de thèse proposées par chaque École Doctorale.

15 Écoles Doctorales en Physique, à retrouver sur ce lien : <https://doctorat.campusfrance.org> choisir discipline «Physique»



◆ UNE PLATEFORME DES OFFRES DE THÈSES, STAGES EN LABORATOIRE, POST-DOC

- > Les offres financées via un contrat doctoral, les Doctorats en entreprise CIFRE, les offres spécifiques dédiés aux programmes financés par des gouvernements étrangers.
- > Les offres de stage en laboratoire afin de se confronter au monde de la recherche.
- > Les offres de post-doctorat pour travailler dans des laboratoires français.
- > Le dispositif de financement détaillé, pour chaque offre de recherche (thèses, post-doc, stages).

Plus de 60 offres publiées en Physique chaque année. Voir les offres ici :

<https://doctorat.campusfrance.org/phd/offers>
puis choisir «Physique» dans Domaine et Disciplines