

# Faculté des sciences



**UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE**

FACULTÉ DES SCIENCES

## LA FACULTÉ DES SCIENCES

**La Faculté des sciences de l'Université de Genève se distingue par l'excellence de ses chercheurs et son ouverture au monde. L'Union Européenne n'a-t-elle pas sélectionné Genève pour figurer parmi les douze membres fondateurs de la Ligue européenne des meilleures universités de recherche? Cette orientation délibérée vers la recherche est sanctionnée par les mesures d'impact des publications scientifiques qui placent Genève dans le groupe de tête mondial dans plusieurs disciplines.**

### Une vocation internationale:

Cette ouverture se retrouve tant dans le corps enseignant que parmi les étudiants. La Faculté participe à 30 programmes de recherche de l'Union européenne.

### Des formations de pointe:

2'000 étudiantes et étudiants dont plus de 500 doctorantes et doctorants.

### Un palmarès impressionnant:

580 diplômés délivrés chaque année, dont 120 doctorats, dans huit branches d'études : astrophysique, biologie, chimie et biochimie, informatique, mathématiques, physique, sciences pharmaceutiques et sciences de la terre et de l'environnement.

### Un encadrement de qualité:

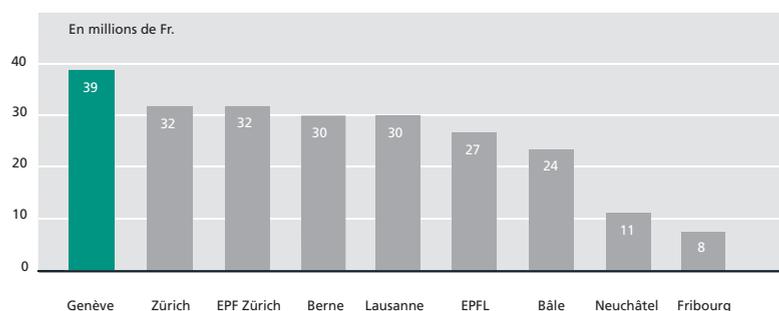
110 professeurs\*, 140 collaborateurs académiques, 500 assistants, 300 collaborateurs techniques et 90 collaborateurs administratifs.

### Un budget qui est un véritable investissement:

150 millions dont 75 millions du Canton de Genève, 25 millions de subventions fédérales et 50 millions de contrats de recherche. A chaque franc du contribuable genevois correspond un autre franc venu de l'extérieur.

### « Pôle position » en recherche:

Genève arrive en tête en Suisse pour les contrats de recherche attribués sur concours par le Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique en 2004 et en 2005.



\* Les professeurs sont nommés par le Conseil d'Etat après appel d'offres international. La commission de nomination comprend des experts extérieurs à l'Université nommés par le rectorat et travaille sous le contrôle de deux experts internationaux nommés par le Département de l'Instruction publique.

## LE SAVIEZ-VOUS ?

**La Faculté des sciences figure dans le « top ten » des Universités européennes par l'impact de ses recherches dans plusieurs domaines.** Des analyses nationales et étrangères l'ont mesuré.

**En 1954, la Faculté des sciences est le berceau du CERN.** Depuis, une collaboration étroite se poursuit entre les deux institutions. Les professeurs de physique et leurs étudiants participent au projet Atlas du futur accélérateur de particules LHC.

**En 1985, le professeur Arber reçoit le Prix Nobel de médecine.** Ses travaux genevois des années soixante sont à l'origine de la génétique moderne et de la connaissance du génome humain. Il créera, par la suite, le Biocentre de l'Université de Bâle.

**En 2001, la Faculté des sciences se distingue en accueillant le siège de deux Pôles de recherche nationaux, l'un en biologie, l'autre en physique.** Le Pôle « Frontiers in genetics » dirigé par le Professeur Denis Duboule place Genève et la région lémanique au centre des recherches sur la génétique. Le Pôle « MaNEP » dirigé par le Professeur Øystein Fischer est le centre de gravité de la recherche sur les matériaux électroniques du futur. Ces deux centres d'excellence rayonnent bien au-delà de Genève et de la Suisse, ils placent la Faculté des sciences en position de leader dans les domaines des sciences de la vie et des sciences physiques.

**En 2004, les travaux d'optique quantique du professeur Gisin de la Faculté des sciences sont salués par le magazine Time et la revue du MIT.** Cette dernière cite ses travaux parmi les 10 découvertes qui vont profondément modifier notre manière de vivre et de travailler. L'application de ces recherches permet de transmettre de l'information de manière complètement sécurisée en exploitant les propriétés « magiques » de la mécanique quantique.

**En 2006, le professeur Mayor et ses collaborateurs de l'Observatoire de notre Faculté découvrent un nouveau système solaire.** La même équipe avait découvert en 1995 la première planète hors du système solaire. Ces découvertes ont fait la une de la presse mondiale. Notre perception de l'Univers est changée.

**En 2006, la revue « Newsweek » classe Genève à la troisième place des universités généralistes européennes.** Le classement s'appuie sur la notoriété scientifique et l'ouverture internationale.



**Créé en 2001, le Pôle de Recherche National «Frontiers in Genetics» est au cœur de la génétique et de la biologie du développement. Il réunit plus de deux cents chercheurs de toute la Suisse, spécialisés dans l'étude des gènes, des chromosomes et du développement embryonnaire des organismes. Le Pôle reçoit chaque année un soutien de 4.5 millions de francs du Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique. Après une évaluation des quatre premières années d'activité par un comité d'experts internationaux, le Pôle a été renouvelé pour la période 2005 – 2009.**

La Faculté des sciences de l'Université de Genève héberge l'administration et la majorité des laboratoires du Pôle. Le PRN *Frontiers in Genetics* compte aussi parmi ses membres des unités de recherche prestigieuses appartenant à l'Institut Friedrich Miescher et à l'Université de Bâle, à l'Université et à l'Ecole Polytechnique de Zürich, et à l'Université, l'Ecole Polytechnique et l'Institut Suisse de Recherche sur le Cancer à Lausanne.

Des études chez la mouche drosophile ont permis de découvrir des gènes contrôlant la taille de l'organisme. Une mouche mutante dans un de ces gènes (bas) est plus petite qu'une mouche normale (haut). Les mêmes gènes ont le même rôle chez l'homme. Ces recherches fondamentales sont donc utiles pour la médecine.

Les chercheurs du Pôle utilisent aussi la souris pour étudier des maladies génétiques allant du diabète à la trisomie 21.



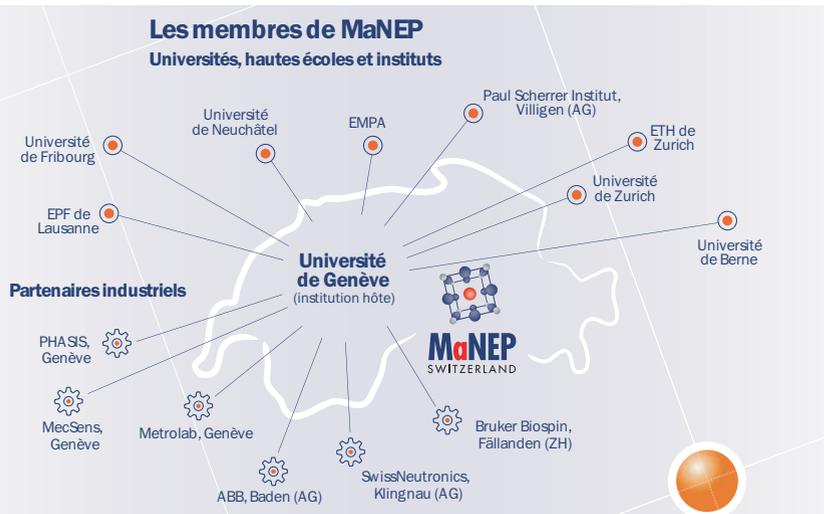
La recherche constitue l'activité principale du PRN *Frontiers in Genetics*, mais celui-ci s'est engagé à remplir d'autres missions essentielles. La formation des futurs chercheurs en est une. La mise sur pied d'une école doctorale répond à ce souci. Chaque année, les meilleurs candidats, de toutes les nationalités, sont sélectionnés. Pour s'assurer qu'ils choisissent un sujet de thèse qui corresponde vraiment à leurs attentes, ils effectuent, pendant la première année, une rotation dans trois laboratoires membres du Pôle.

Un autre objectif majeur du PRN *Frontiers in Genetics* consiste à permettre aux chercheurs de disposer des meilleures techniques pour leurs recherches, en optimisant la gestion d'instruments toujours plus coûteux. C'est pour cette raison que le Pôle a créé deux plateformes technologiques, dans les domaines de la génomique (analyse des gènes) et de la bioimagerie (microscopie). Servies par des scientifiques et des techniciens spécialement formés, ces plateformes concentrent les meilleures technologies et assurent aux chercheurs d'obtenir les meilleurs résultats possibles pour un coût bien inférieur à celui qui serait le leur s'ils avaient dû acquérir seuls ces instruments. Ces plateformes sont également ouvertes aux scientifiques qui ne sont pas membres du Pôle.



### Genève est au centre de la recherche sur les matériaux électroniques du futur grâce au Pôle de Recherche National MaNEP.

En 2001, le Fonds National de la Recherche Scientifique Suisse a lancé 10 Pôles de Recherche Nationaux dans les domaines d'importance stratégique pour la Suisse. Parmi ces dix premiers centres d'excellence, le Pôle MaNEP (Materials with novel electronic properties) étudie et développe de nouveaux matériaux pour l'électronique du futur. Il reçoit un soutien fédéral de 4.7 millions par an. Récemment évalué par des experts internationaux, après quatre ans d'activités, le Pôle a été renouvelé pour la période 2005-2009.



Dirigé depuis Genève, MaNEP compte plus de 250 chercheurs et regroupe des compétences scientifiques et techniques uniques grâce à son réseau suisse comprenant les deux écoles polytechniques fédérales, les Universités de Neuchâtel, Berne, Fribourg et Zurich, les deux laboratoires nationaux que sont l'Institut Paul Scherrer (PSI) et l'Institut en Sciences des Matériaux (EMPA), ainsi que plusieurs industries.

### Pourquoi de nouveaux matériaux électroniques ?

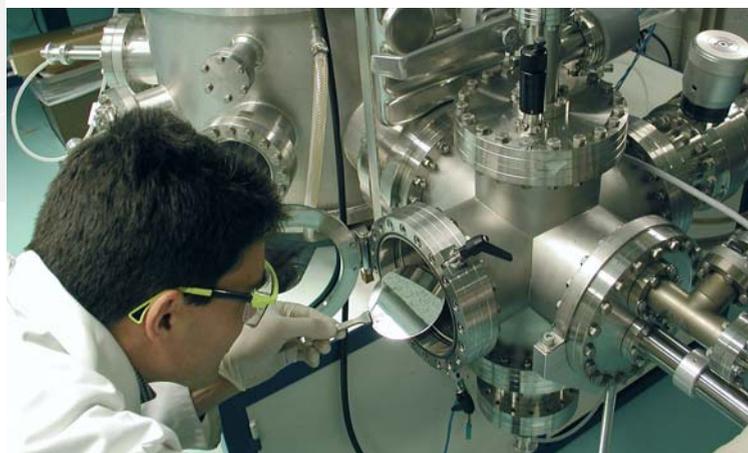
Les matériaux utilisés aujourd'hui dans de nombreuses applications électroniques atteignent leurs limites et des solutions doivent impérativement être trouvées pour l'avenir. MaNEP étudie précisément toute une série de composés aux propriétés électroniques exceptionnelles. Ces matériaux pourraient jouer un rôle clé dans la technologie du 21<sup>ème</sup> siècle. Parmi ces nouveaux composés, se trouvent des supraconducteurs, des oxydes magnétiques et ferroélectriques.

Les domaines d'application sont vastes allant de la production et du transport d'énergie, des développements d'aimants pour l'imagerie et la production de moteurs, à de nouveaux types de mémoires, filtres et senseurs pour l'électronique de pointe.

MaNEP développe des techniques permettant de fabriquer, de caractériser et de comprendre les propriétés des nouveaux matériaux. Outre leur potentiel applicatif, ces systèmes posent des défis majeurs de compréhension, appelant aussi un important effort en recherche fondamentale. MaNEP travaille activement sur les deux plans, plaçant ainsi la physique genevoise au centre de la recherche suisse et mondiale dans ce domaine.

### La valorisation des nouveaux matériaux, un défi pour MaNEP

Pour développer les applications de ces nouveaux matériaux électroniques, il convient de les faire connaître et de collaborer étroitement avec l'industrie. Un effort particulier est fait au sein du Pôle MaNEP pour valoriser les composés étudiés, effort qui génère un nombre croissant de collaborations avec de grandes et petites compagnies suisses.



### La formation des étudiants et jeunes chercheurs, un enjeu clé

Un autre objectif prioritaire pour le Pôle MaNEP est de promouvoir la formation des jeunes chercheurs et chercheuses dans ce domaine et de leur donner la possibilité de se perfectionner en utilisant les techniques les plus avancées disponibles aujourd'hui. En plus de l'encadrement personnalisé dans la recherche, des stages et des écoles d'été, MaNEP développe une école doctorale de très haut niveau pour préparer au mieux les jeunes scientifiques aux défis futurs.

## Astronomie

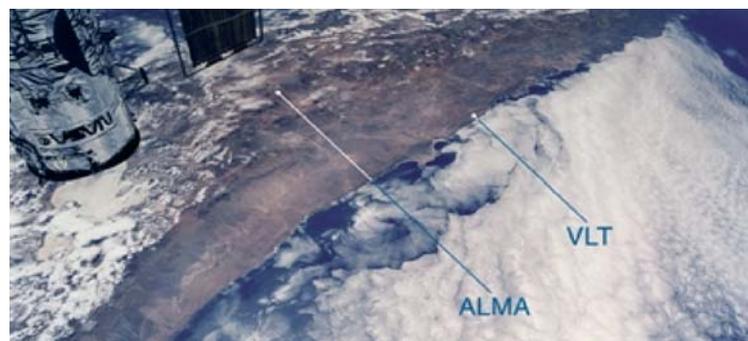
L'astronomie est l'étude de la structure physique et de l'évolution des constituants de l'Univers, du système solaire proche aux origines lointaines du big bang. Le travail actuel en astrophysique est fait d'interactions et de comparaisons entre, d'une part, des mesures avec des télescopes au sol ou embarqués sur des sondes spatiales et, d'autre part, des prédictions théoriques basées sur des modèles informatiques utilisant les lois de la physique et des autres sciences.



Des réalisations techniques de pointe ont été menées dans les ateliers du Département d'astronomie. Par exemple, le spectromètre HARPS, installé à l'Observatoire de la Silla au Chili et destiné à la recherche des planètes extra-solaires, est actuellement le plus performant au monde.

Le Département d'Astronomie, aussi appelé Observatoire de Genève, fort d'environ 110 personnes, est installé sur deux sites: Sauvigny où se trouvent les bâtiments principaux et Ecogia où est installé, depuis 1996, l'INTEGRAL Science Data Center. Sauvigny abrite également les quinze collaborateurs du Laboratoire d'Astrophysique de l'EPFL.

Cet ensemble représente le plus grand centre de Suisse pour la recherche et l'enseignement de l'astrophysique. L'activité des groupes de recherche donne une vue équilibrée de la connaissance astronomique actuelle, puisqu'elle aborde des thèmes importants liés aux planètes, étoiles, galaxies et à l'univers. De plus, la recherche en astrophysique nécessite des connexions permanentes entre les travaux théoriques (prédictions et modélisations) et les observations pour lesquelles l'ensemble du spectre électromagnétique doit être utilisé (télescopes au sol et dans l'espace). Les modélisations informatiques et les développements technologiques jouent donc un rôle essentiel pour un avancement correct et efficace de la recherche astrophysique.



Le désert d'Atacama au Chili, vu depuis la navette spatiale avec au premier plan le télescope spatial Hubble. Sur le site du Very Large Telescope (VLT) européen, sont installés quatre télescopes de 8.4 mètres de diamètre. Sur le site du Atacama Large Millimetric Array (ALMA), à 5200 mètres d'altitude, seront installées 50 antennes paraboliques de 15 mètres de diamètre pour l'observation de « l'Univers froid ».

Ces groupes de recherche sont fortement connectés aux institutions astronomiques internationales, telles que le European Southern Observatory (ESO), leader mondial pour les travaux astronomiques depuis le sol qui gère et développe trois grands observatoires au Chili, et la European Space Agency (ESA), responsable des programmes spatiaux européens.

Le Département d'Astronomie participe de manière très active aux missions spatiales telles INTEGRAL (rayonnement gamma), COROT (sismologie et transits planétaire) ou GAIA (astrométrie et photométrie), collabore au développement d'instruments pour les télescopes géants au sol. Il a construit, en collaboration avec l'Université belge de Leuven, deux télescopes installés au Chili en 1998 et aux Canaries en 2001, équipés d'instruments « maison », spectrographe, photomètre ou caméras CCD.

### Quelques « highlights » du Département, décrits sur le site Internet

- Sismologie stellaire sur alpha Centauri. Les oscillations de surface des étoiles permettent de sonder leurs intérieurs.
- L'énigme de la torsion des galaxies résolue. La solution de ce problème vieux de 50 ans donne en plus de nouvelles contraintes sur la distribution de la matière noire dans les galaxies.
- L'exoplanète la plus légère. Une planète de 14 fois la masse terrestre détectée autour de l'étoile mu Arae.
- IGR J00291+5934: le pulsar le plus rapide connu. A la surface de ce pulsar, la durée du jour est de 1.67 milliseconde et celle de l'année de 2 heures 27 min...

## Biologie

**Cellules souches, clonage, OGM, biodiversité, maladies génétiques, ou origines de l'homme, chacun de nous est confronté dans son quotidien aux plus récentes découvertes de la biologie. Dans tous ces domaines, Genève compte des spécialistes de renommée mondiale. Un corps professoral international assure la qualité d'une formation où l'expérimentation tient une place importante dès la première année d'études. Le développement rapide de cette science et la célébrité des chercheurs genevois donnent lieu à un véritable engouement des étudiants pour cette filière.**



### Un enseignement performant

Du bachelor au doctorat, 600 étudiants de toutes nationalités découvrent la biologie à l'Université de Genève. Aux débouchés bien connus de l'enseignement s'ajoutent désormais la recherche et les applications biologiques et médicales, au sein des universités, des instituts spécialisés ou de l'industrie. Sans compter les besoins croissants des organisations internationales et des institutions publiques et privées concernées par la médecine, la biodiversité et l'environnement. La biologie bénéficie d'un bâtiment neuf, Sciences III, inauguré en 2003, qui offre des infrastructures de pointes pour l'enseignement et la recherche.

### Une recherche de pointe

Les spécialités qui assurent une reconnaissance internationale de Genève en biologie sont: la génétique, la biologie moléculaire et cellulaire et la biologie du développement embryonnaire. Ceci a décidé le gouvernement suisse à établir à Genève le centre national de recherche en génétique (voir pages 4-5). La biodiversité, l'écologie et même la préhistoire de l'homme y sont aussi étudiées et enseignées. Une collaboration étroite avec le Musée d'Histoire naturelle et les Conservatoire et Jardin botanique assurent la formation en sciences de la nature.

### De la recherche fondamentale à la recherche médicale

Parmi les recherches menées en biologie, citons celles portant sur les gènes architectes qui dirigent le développement embryonnaire. Les chercheurs genevois ont montré que les gènes HOXD contrôlent la construction des bras et des mains. Ils ont également découvert tout récemment qu'un mécanisme génétique distinct contrôle la mise en route des gènes HOXD pour la formation des bras et pour celle des mains. Cette découverte nous rappelle que les ancêtres des bras (devenus nageoires chez les poissons) ont précédé de millions d'années l'apparition des mains. Les études génétiques fondamentales chez la souris retentissent sur notre connaissance de l'évolution des espèces et de la biodiversité qui en résulte. Ces gènes architectes se retrouvent, par exemple, chez l'homme. Les étudier est donc aussi important pour la médecine. Cela a permis de montrer que ces gènes architectes sont atteints chez les patients qui présentent des anomalies de développement.



Photo prise au microscope d'un embryon de souris. Il est possible de colorer (ici en bleu foncé) les tissus où un gène particulier est actif. Cette technique permet de suivre l'activité des gènes pendant le développement embryonnaire, et donc de découvrir leur rôle. Ces recherches nous apprennent aussi comment se déroule le développement de l'embryon humain, puisque les mêmes gènes y jouent le même rôle.

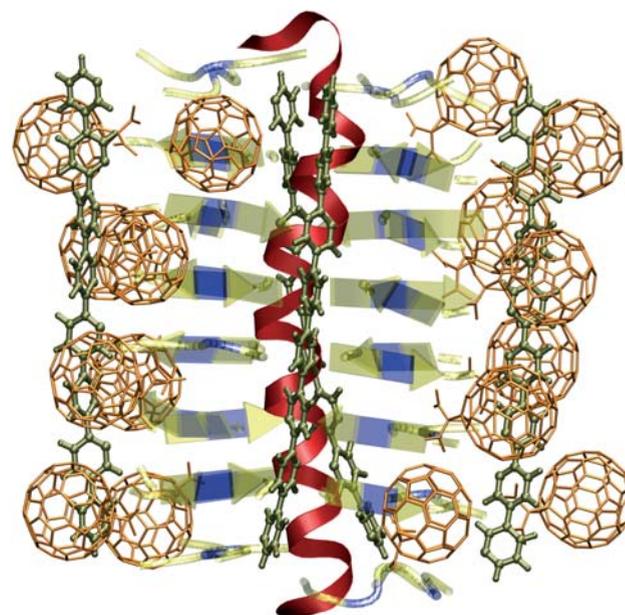
## Chimie et Biochimie

**Les chimistes créent de nouvelles molécules et développent des méthodes pour les préparer, les séparer, les purifier et les identifier. Leur science étudie la composition, la structure et la transformation de la matière. Comme discipline centrale, la chimie apporte les fondements moléculaires indispensables à d'autres sciences : médecine, biologie, sciences de la terre, pharmacie et matériaux. La chimie suisse contribue pour un tiers des exportations totales du pays.**

La Section jouit d'une grande réputation scientifique au plan international depuis longtemps; elle a su renforcer cette qualité au cours des dernières années et attirer d'excellents chercheurs et enseignants. La Section offre aux étudiants un programme complet de formations en chimie et en biochimie – bachelor, master, doctorat – qui mènent à une multitude d'activités professionnelles dans les secteurs public et privé.



La création en chimie moderne allie (1) la combinaison subtile de substances chimiques pour obtenir de nouvelles architectures moléculaires, et (2) la maîtrise de techniques d'identification toujours plus sophistiquées et sensibles.



Cette architecture supramoléculaire en forme de capteur poreux a été créée pour modéliser certaines macromolécules bio-organiques. Une publication issue de la recherche dans ce domaine à la Section de chimie et biochimie a été distinguée en 2005 par l'Oscar du Chemical Abstracts Service comme article le plus courtisé par l'ensemble de la communauté internationale.

La Section de chimie et biochimie est fière d'atteindre un haut standard d'excellence dans de nombreux thèmes de recherche. Parmi nos sujets-clés figurent la synthèse organique asymétrique et le développement de catalyseurs, la recherche de nouvelles voies d'accès économiques et écologiques à des produits ayant un effet biologique, la chimie supramoléculaire et macromoléculaire, l'étude des colloïdes et polymères naturels et industriels, l'auto-assemblage de molécules inorganiques, essentielles pour la nanotechnologie et les catalyseurs biologiques, la chimie analytique, avec le développement de capteurs pour l'étude de la circulation de composés chimiques dans l'environnement, la biochimie des membranes cellulaires, notamment le transport et l'ancrage des protéines, les méthodes d'analyse spectroscopique, entre autres pour étudier les processus ultrarapides, la chimie computationnelle permettant de prédire la structure et la réactivité de nouvelles substances et d'édifices moléculaires sophistiqués.

## Informatique

**En moins de cinquante ans, l'informatique est passée du stade des premiers balbutiements à celui d'une discipline scientifique à part entière. Jamais une discipline issue de l'activité intellectuelle humaine n'avait connu un tel développement en si peu de temps.**

**C'est pour accompagner ce développement et pour y participer pleinement que le département d'informatique offre un enseignement délibérément axé sur les aspects scientifiques de l'informatique et qu'il mène des recherches de pointe dans tous les domaines des systèmes informatiques et de leurs applications.**

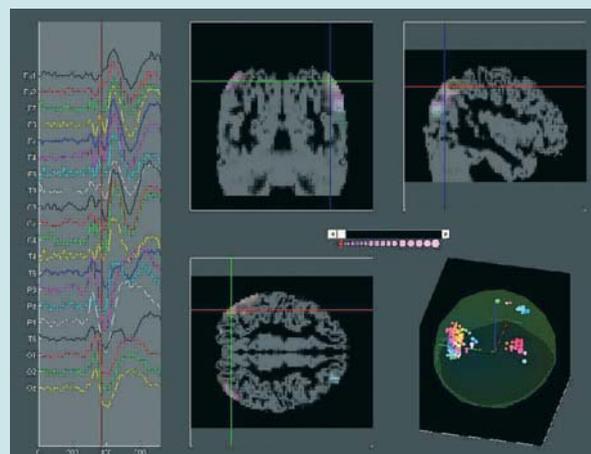


Expérience de reconnaissance d'objets colorés au moyen de sons, en vue d'une prothèse auditive pour handicapés de la vue.

L'informatique est omniprésente et a pénétré tous les domaines de l'activité humaine; elle est aussi devenue l'instrument indispensable à la mise en évidence et à la compréhension des phénomènes complexes dans de très nombreuses disciplines. Etudier l'informatique scientifique c'est donc se placer au coeur de toutes les autres activités, qu'elles appartiennent aux secteurs économique ou étatique, industriel ou administratif, scientifique ou juridique, artistique ou des services, médical ou environnemental, humanitaire ou bancaire.

Depuis le début, les groupes de recherche du département travaillent au plus haut niveau dans de nombreux domaines clés: imagerie numérique et multimédia, calcul à haute performance et parallélisme, systèmes distribués, intelligence artificielle, bioinformatique, génie logiciel et informatique théorique. Les recherches fondamentales et appliquées constituent les principaux objectifs de ces groupes. Un très fort accent est mis également sur les recherches interdisciplinaires et sur les applications qui stimulent la recherche de base. Les domaines dans lesquels des travaux interdisciplinaires sont réalisés comprennent entre autres, la biologie, la psychologie, la linguistique, la physique, la médecine, l'économie, la finance et divers secteurs des sciences de l'ingénieur. D'étroits contacts et de nombreuses collaborations existent avec des départements d'autres universités ainsi qu'avec des entreprises de tous les secteurs économiques, tant en Suisse qu'à l'étranger. Le département participe régulièrement à de nombreux programmes de recherche nationaux et européens.

Les travaux du département visent à améliorer significativement la façon qu'ont les gens de vivre et de travailler, en cherchant constamment l'équilibre entre faisabilité technologique et utilité pour les personnes. A titre d'exemple, les travaux sur l'interface cerveau-machine visant (entre autres) à permettre aux personnes handicapées d'avoir accès aux systèmes informatiques les plus sophistiqués.



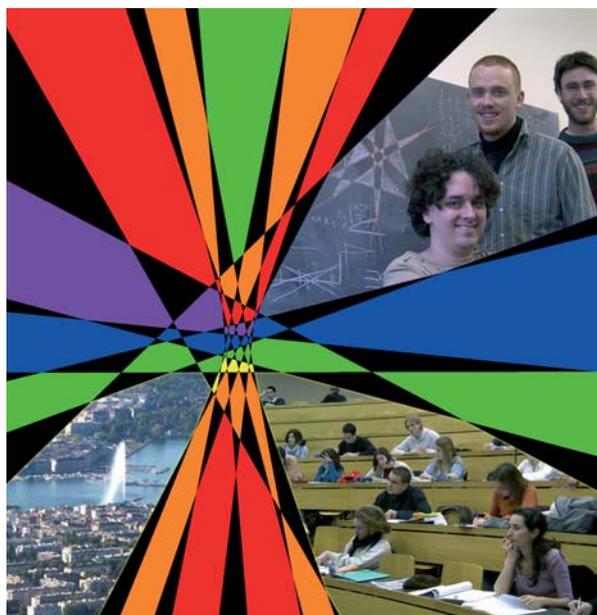
Des signaux EEG (électroencéphalographiques), complétés par d'autres signaux physiologiques tels les rythmes cardiaque et respiratoire, la température et la résistance électrique de la peau, le tonus musculaire, sont utilisés pour le développement d'interfaces informatiques interactives et multimodales (faisant appel à plusieurs sens humains).

Les signaux acquis permettent de localiser les régions du cerveau activées pour une tâche donnée. Ils peuvent ainsi servir à contrôler directement une machine par «la pensée», chaque commande étant associée à un état mental précis («tâche») de l'utilisateur. Ils peuvent aussi permettre de détecter l'état émotionnel de l'utilisateur.

## Mathématiques

**Les sciences mathématiques sont aujourd'hui un domaine de recherche plus actif que jamais, héritier d'une histoire multimillénaire.**

**Parallèlement, dans leur interaction avec les autres sciences, les mathématiques n'ont jamais été aussi indispensables à la compréhension de l'univers du réel et du virtuel.**

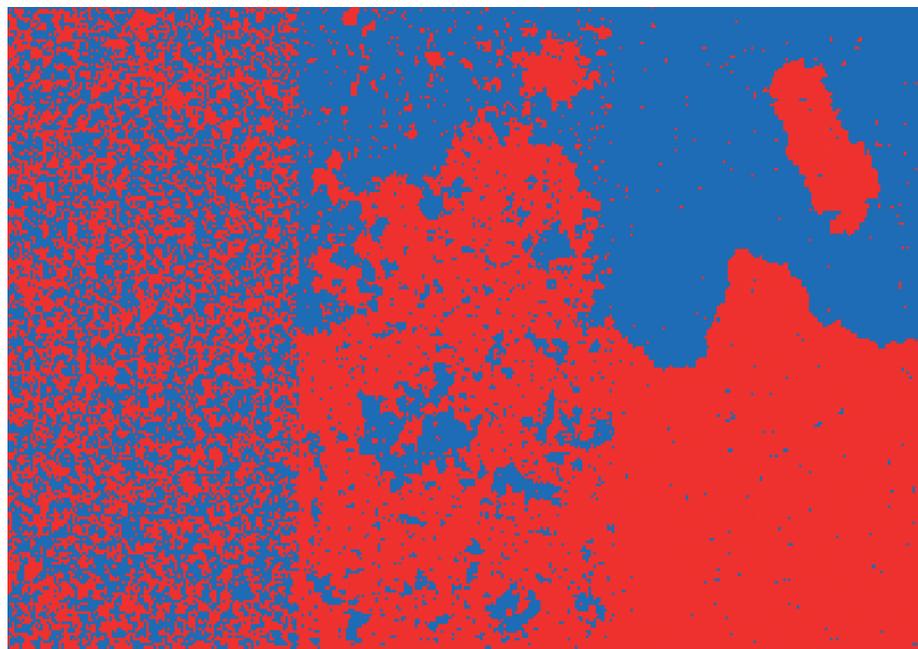


Le nombre maximum de triangles que peuvent délimiter 17 droites du plan est exactement 85. Une équipe de la Section de mathématiques a récemment obtenu des résultats concernant des nombres arbitraires de droites.

La recherche en mathématique est guidée, d'une part, par les idéaux de la recherche fondamentale purement abstraite et, d'autre part, par les très nombreuses applications qui bénéficient de résultats mathématiques récents. Ainsi les scanners reposent-ils sur la géométrie intégrale (transformée de Radon), la transmission de messages sur la combinatoire algébrique (théorie des codes), les prédictions météorologiques sur l'analyse mathématique et numérique (équations différentielles), le traitement d'images sur une généralisation récente de l'analyse de Fourier (ondelettes), et les moteurs de recherche internet sur la théorie spectrale des graphes. Sur un autre plan, l'enseignement du langage mathématique est un moyen privilégié d'acquérir les deux outils essentiels à la résolution de problèmes: l'imagination créatrice et la pratique de la rigueur intellectuelle.

La recherche à la Section de mathématiques porte sur les domaines classiques: géométrie, algèbre, analyse, physique mathématique, analyse numérique, probabilités et statistique. Son climat dynamique est favorable aux études et à la recherche. La Section assure simultanément la formation de scientifiques pour la recherche de pointe et celle d'enseignants du secondaire aux bases solides. Les diplômes proposés sont ceux du système de Bologne, baccalauréat académique, maîtrise et doctorat.

Un des aspects essentiels de l'activité quotidienne des doctorants et autres chercheurs est l'échange constant d'idées avec des mathématiciens du monde entier. Par exemple, pendant les mois qui ont précédé la rédaction de ce texte, nous avons accueilli à Genève des visiteurs des pays suivants: Allemagne, Autriche, Brésil, Bulgarie, Canada, Chine, Etats-Unis, Espagne, Finlande, France, Grande-Bretagne, Hongrie, Inde, Italie, Israël, Japon, Pologne, Russie et Suède.



Lorsque l'eau gèle, des milliards de molécules s'alignent presque instantanément. L'aimantation du fer se traduit par un phénomène analogue, comme l'a expliqué en 1944 le Prix Nobel de chimie Lars Onsager grâce à un modèle dû à Ernst Ising. L'image montre comment une baisse de la température organise instantanément l'état chaotique des molécules (partie de gauche) en un état plus ordonné (partie de droite).

Récemment, les mathématiciens, genevois et autres, ont fondamentalement approfondi notre compréhension de ces phénomènes de «transition de phase». L'étude des modèles mathématiques du type Ising nous a permis de mieux comprendre de nombreux sujets, autant appliqués qu'internes aux mathématiques, tels que les réseaux neuronaux et les réseaux d'ordinateurs, la percolation, les courbes de dimensions fractales et les polymères aléatoires.

## Physique

**La physique d'aujourd'hui couvre des champs de recherches très vastes allant de l'étude de notre univers à la découverte de l'infiniment petit.**

**La compréhension des mécanismes qui régissent les phénomènes naturels constitue l'essence de la physique et la place au coeur de toutes les disciplines scientifiques.**



Détecteur de particules du projet ATLAS au grand collisionneur de protons LHC du CERN. Ce détecteur est basé sur des senseurs semiconducteurs, qui sont la spécialité du Département de physique nucléaire et corpusculaire. Ici, les chercheurs font une dernière inspection d'une partie de l'instrument avant de l'insérer dans le coeur du détecteur.

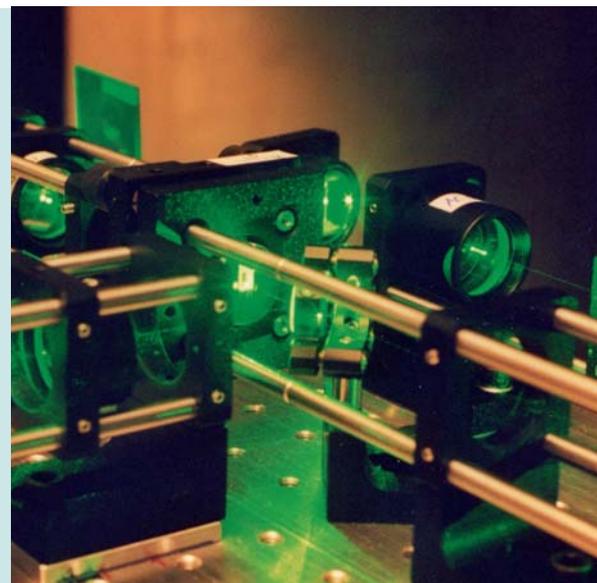
A Genève des recherches fondamentales et appliquées au plus haut niveau sont poursuivies dans différents domaines de la physique. Le haut niveau de recherche et l'excellent encadrement font de Genève une place de choix pour les chercheurs et les étudiants.

### Qu'étudie-t-on à Genève et pourquoi ?

Au sein du Pôle national MaNEP (voir p. 6-7), les chercheurs s'intéressent à la compréhension et aux développements de nouveaux matériaux électroniques. Ces nouveaux composés aux propriétés exceptionnelles joueront un rôle clé dans les technologies de demain. Les physiciens des particules, qui profitent de la proximité du CERN avec lequel l'université a d'étroits contacts, étudient les constituants de base de la matière, ceci afin d'essayer de mieux comprendre l'univers qui nous entoure. En physique théorique, des études sur la gravitation et la cosmologie côtoient l'étude de systèmes nanoscopiques.

Ces derniers présentent des propriétés pour lesquelles la nature ondulatoire des électrons joue un rôle clé et conduit à des comportements surprenants et remarquables qui pourraient être utilisés, par exemple, dans des ordinateurs quantiques. Au Groupe de physique appliquée, des travaux, fondamentaux et appliqués, en optique quantique, bio-photonique, et sur les matériaux supraconducteurs sont poursuivis. Dans le domaine de l'optique, les travaux sur la communication quantique et la téléportation ouvrent des perspectives fabuleuses pour le transfert sécurisé d'informations.

Le fait d'accueillir un nombre limité d'étudiants permet d'assurer un encadrement et un enseignement de grande qualité. La Section de physique offre une palette complète de formation : bachelor, master, doctorat inspirés du système de Bologne.

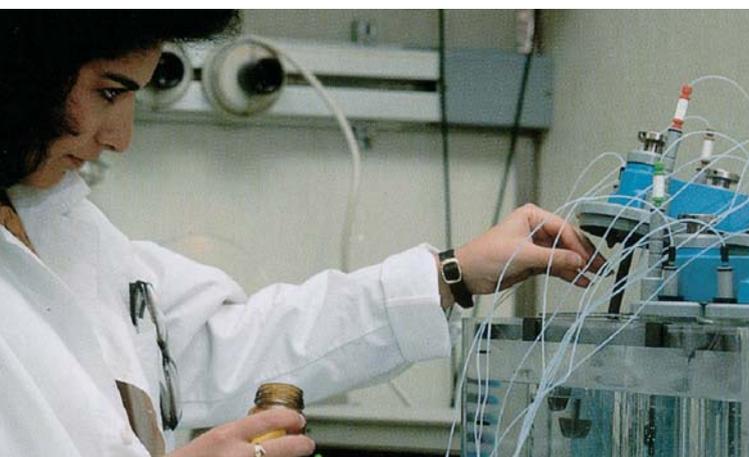


Les études de téléportation quantique poursuivies au Groupe de Physique Appliquée dans l'équipe de Nicolas Gisin exploitent une propriété unique de la physique quantique: l'intrication (une corrélation d'états possibles, par exemple flèche pointant vers le haut et vers le bas) pour transmettre de l'information de manière 100% confidentielle.

Si une personne essaie de lire le message, l'intrication est détruite et il est possible de détecter immédiatement cette intrusion.

Ces travaux ouvrent des perspectives fascinantes, entre autres, pour le transfert d'informations sécurisé du futur.

**Ces dernières années, l'évolution rapide de la pharmacie a conduit à l'avènement des sciences pharmaceutiques. Celles-ci couvrent aujourd'hui des recherches et des enseignements qui vont de la découverte de nouveaux principes actifs, d'origine naturelle ou synthétique, aux aspects liés au traitement du patient, en passant par le développement des médicaments. A ce titre, les sciences pharmaceutiques font donc partie intégrante des sciences de la Vie.**



En Suisse romande, le renforcement et surtout l'élargissement des domaines scientifiques touchant au médicament a été rendu possible par le regroupement à Genève, en 2004, des Sections genevoise et lausannoise de pharmacie, au sein de l'Ecole de Pharmacie Genève-Lausanne (EPGL).

Le redéploiement des activités d'enseignement s'est vu facilité par la mise en place de la réforme dite de Bologne. C'est ainsi que, en plus d'un bachelor en sciences pharmaceutiques, ont été mis sur pied un master en pharmacie, qui conduit au diplôme de pharmacien, et un master en sciences pharmaceutiques, destiné plus particulièrement aux personnes se dirigeant vers l'industrie ou la recherche. Cette dernière filière est ouverte aux étudiants porteurs d'un bachelor provenant d'autres disciplines, comme la biologie ou la chimie.

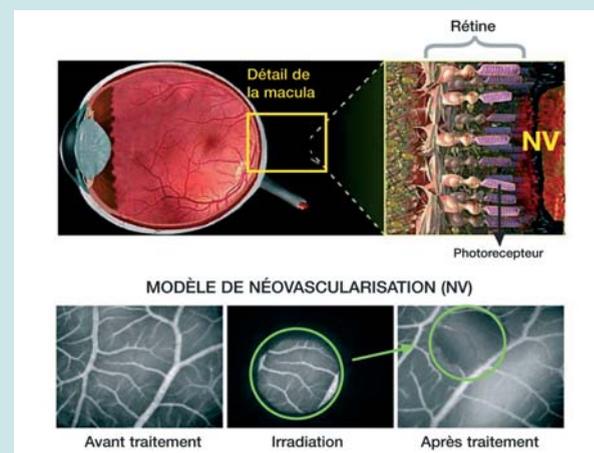
L'ensemble des activités déployées par l'EPGL nécessite, bien entendu, de faire appel à d'importantes collaborations. Il peut s'agir d'institutions (OMS) ou d'industries au plan régional ou international. Mais c'est surtout avec des groupes de chercheurs des Universités de Genève et de Lausanne (biologie, chimie, médecine)

et avec les hôpitaux universitaires lémaniques que les liens sont les plus étroits.

Les activités de recherche menées au sein de la Section des sciences pharmaceutiques s'inscrivent dans deux perspectives:

- La mise au point d'outils en vue de créer ou d'identifier des molécules potentiellement actives, la conception de modèles permettant de vérifier les propriétés biologiques de ces molécules avant les essais chez l'homme, ainsi que l'élaboration de biomatériaux (polymères) et de formes pharmaceutiques nécessaires à l'administration des substances thérapeutiques. Un exemple est la meilleure connaissance du passage de l'anxiolytique diazepam (le principe actif du Valium®) du sang vers le système nerveux.
- Le développement de molécules ou de formes médicamenteuses aptes à traiter des affections dans des axes prioritaires pour la Section, comme diverses formes de cancer, des maladies dégénératives, Alzheimer, DMLA: (Parkinson, Alzheimer, DMLA) et des maladies dites orphelines, notamment d'origine parasitaire.

Cette seconde perspective est illustrée par une recherche orientée vers le traitement de la dégénérescence de la partie centrale de la rétine (macula) liée à l'âge, première cause de cécité dans les pays industrialisés chez les personnes de plus de 50 ans. La thérapie photodynamique est utilisée dans le but de contrecarrer la croissance excessive de vaisseaux (NV) qui est à l'origine de la maladie.

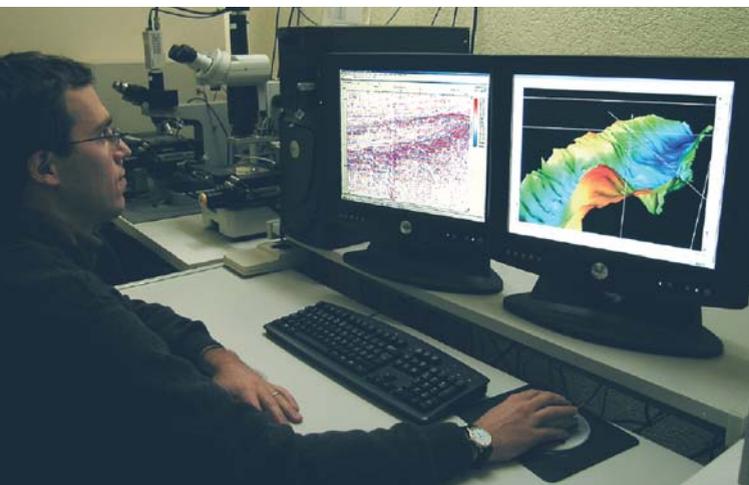


La Section de sciences pharmaceutiques a recours aux nanotechnologies pour incorporer des médicaments activables par la lumière. L'illumination précise permet une application ciblée de la substance active. L'évaluation sur un modèle animal a montré que l'encapsulation est un bon moyen de moduler l'activité de ce type de nouveaux agents thérapeutiques.

### Les Sciences de la Terre étudient la structure interne et l'évolution de la planète de ses origines à nos jours.

Elles élaborent les concepts et les outils qui permettent :

- de trouver de nouvelles ressources énergétiques, hydriques et minérales indispensables à l'activité humaine et de gérer judicieusement et écologiquement leur utilisation;
- de comprendre les processus physiques, chimiques et biologiques qui modifient depuis plus de 4 milliards d'années la surface de la planète;
- de retracer l'histoire de la Terre et prédire à moyen et long terme son évolution;
- d'identifier et de prévenir les risques naturels;
- d'évaluer l'impact environnemental des activités humaines et de proposer des solutions pour remédier aux déséquilibres qu'elles engendrent.



L'analyse de la propagation d'ondes sismiques provoquées en surface permet d'étudier la structure intime du sous-sol sur plusieurs kilomètres de profondeur et de visualiser en trois dimensions la géométrie de certaines couches géologiques. Cette méthode est utilisée, entre autres, pour évaluer les ressources en eau et hydrocarbures et reconstituer l'évolution des bassins sédimentaires

A Genève, la Section des sciences de la Terre, associée à la Faculté des Géosciences et de l'Environnement de Lausanne (ELSTE) ainsi qu'à l'École polytechnique fédérale, offre une formation très complète (plus de 100 cours distincts) du bachelor au doctorat.

### Connaître notre planète et gérer judicieusement ses ressources énergétiques, hydriques et minérales

L'activité scientifique de la Section des sciences de la Terre, reconnue au niveau national et international, se focalise sur les thèmes suivants :

- L'étude des bassins sédimentaires actuels et fossiles dans le but de localiser et de comprendre la genèse de roches poreuses et perméables susceptibles de contenir des fluides présentant un intérêt économique (hydrocarbures, eau) ou d'héberger durablement des substances jugées nocives pour l'environnement (séquestration du CO<sub>2</sub>, par exemple).
- La recherche et la mise en valeur de gisements métallifères et l'étude des processus physico-chimiques qui en sont à l'origine.
- La reconstitution des changements climatiques et eustatiques (variations du niveau marin) survenus au cours des 400.000 dernières années par l'analyse géochimique et paléontologique des sédiments lacustres et marins. L'étude de ces « archives » sédimentaires fournit des informations indispensables pour modéliser les climats du futur.
- L'étude de systèmes volcaniques récents et des processus physico-chimiques à l'oeuvre dans les chambres magmatiques. La modélisation et l'évaluation des risques associés à l'activité volcanique et leur incidence sur les changements climatiques au cours des temps géologiques.
- La détection de substances organiques ou inorganiques nuisibles pour l'environnement et la compréhension des processus de diffusion et de transformation de ces substances dans les sols, les lacs et les rivières.

Ces recherches, auxquelles les étudiants sont associés dès le master, comportent presque toujours une phase d'acquisition de données sur le terrain (Europe, Afrique du Nord, Amérique du Sud, Moyen-Orient, Australie) qui précèdent les travaux de laboratoire.

L'augmentation de la consommation mondiale en énergie, en substances minérales et en eau, la raréfaction de ces ressources naturelles, l'urgence de les gérer de manière plus judicieuse, la multiplication des problèmes environnementaux, la nécessité, face à l'évolution démographique et aux changements climatiques, de mettre en valeur de nouveaux territoires ou de préserver des territoires menacés ouvrent de nombreuses perspectives d'emploi pour les scientifiques de la Terre dans les décennies à venir.

# Sciences

Publié avec le soutien  
de la Société Académique



## **FACULTÉ DES SCIENCES SCIENCES III**

30, quai Ernest-Ansermet

CH-1211 Genève 4

Tél +41 22 379 66 51 / 52

Fax +41 22 379 66 98

[www.unige.ch/sciences/](http://www.unige.ch/sciences/)