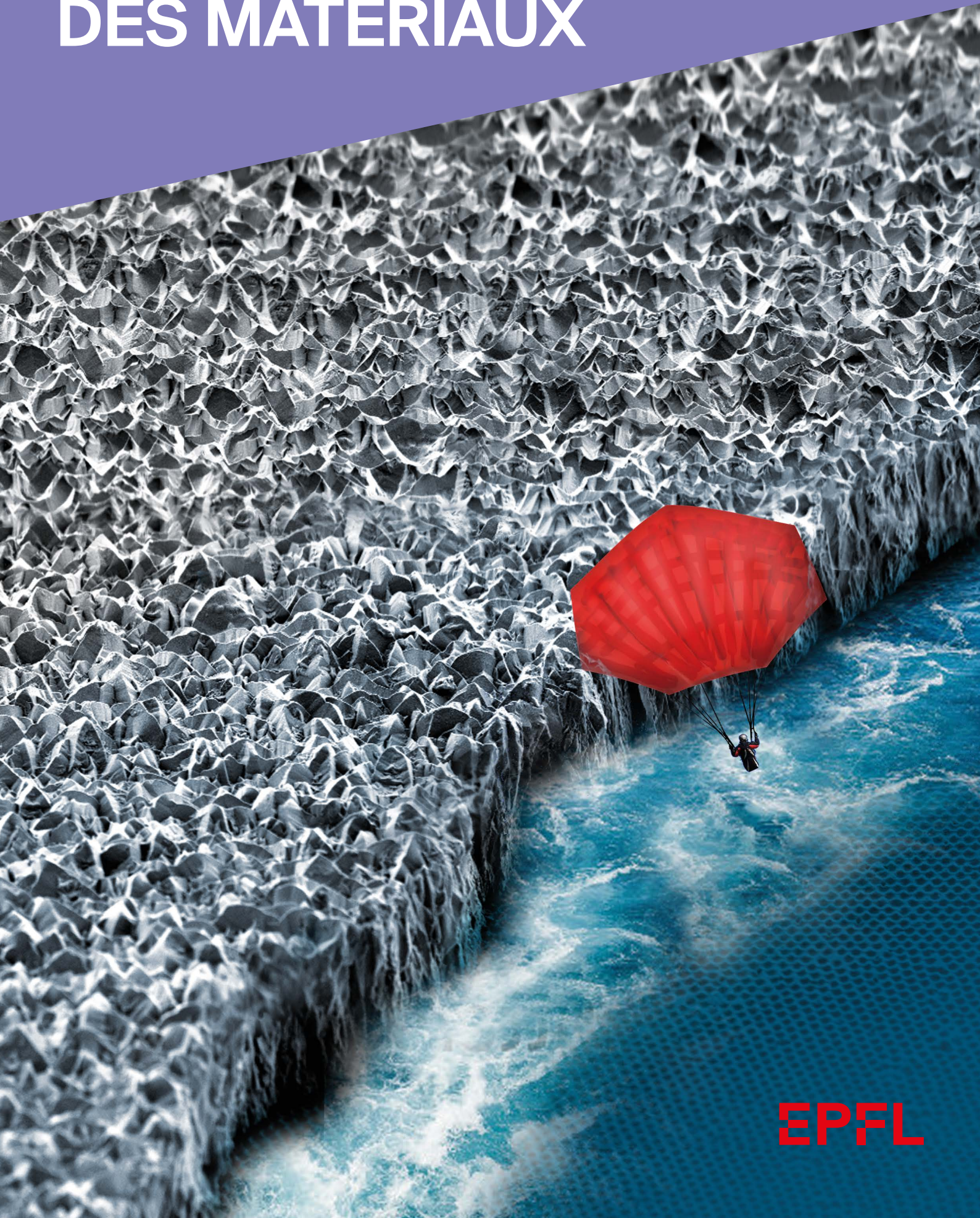
BACHELOR

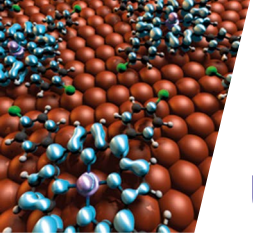
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX

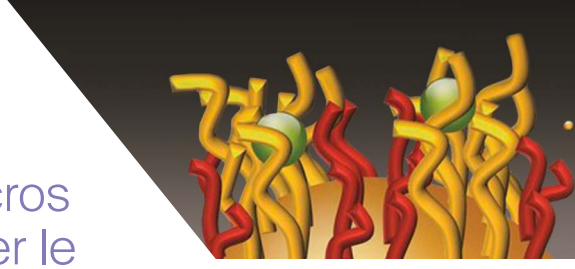


EPFL

Les matériaux jouent aujourd'hui un rôle prépondérant, que ce soit pour les dispositifs bio- et micro-électroniques, les technologies de l'automobile, de l'énergie, de l'aéronautique et de l'espace, ou encore les applications biomédicales et récréatives comme les sports de haute performance. Dans tous ces domaines, l'ère des matériaux « sur mesure » est arrivée.

© Alain Herzog





Une construction atome par atome

L'élaboration de matériaux performants et durables nécessite une compréhension détaillée des phénomènes complexes qui se déroulent à l'échelle de l'atome. La microstructure de la matière joue en effet un rôle très important : c'est elle qui définit les propriétés d'un matériau, comme sa dureté ou sa souplesse. Comprendre ce qui se passe dans le monde de l'infiniment petit est donc nécessaire pour prédire les performances d'un matériau, mais aussi pour en inventer de nouveaux.

Dans la recherche, on utilise des techniques de pointe comme la microscopie électronique afin de scruter la matière à très petite échelle. Les chercheuses et chercheurs développent et utilisent également des techniques puissantes de modélisation qui permettent de simuler sur ordinateur la fabrication de matériaux à l'échelle atomique. Les scientifiques peuvent ainsi créer virtuellement toutes sortes de matières et tester leur efficacité, comme certains matériaux qui se développent dans des environnements inaccessibles car situés au centre de la Terre ou sur des planètes très éloignées.

Voir la vidéo :

Steve Clerc :
« Je faisais beaucoup d'escalade et j'ai fait mon travail de maturité sur les cordes utilisées. C'est ce qui m'a ensuite motivé à étudier la science des matériaux. »

Julia Braun :
« Si tu n'arrives pas à choisir entre physique, chimie et mathématiques, la science des matériaux combine le tout ! »

Voir la vidéo :

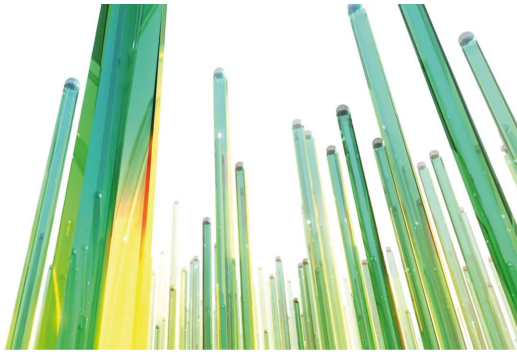
Des nano-velcros pour détecter le mercure

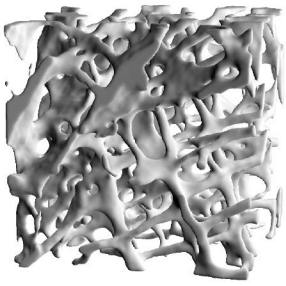
Employés à très petite échelle, les matériaux peuvent se révéler extrêmement utiles, grâce aux propriétés insolites qu'ils y développent.

C'est ainsi que l'on a eu l'idée de recourir à de minuscules éléments de matière pour détecter des polluants comme le mercure dans les cours d'eau, ou encore à l'intérieur des poissons que nous consommons.

Le mercure – plus précisément le méthylmercure – a la fâcheuse tendance à s'accumuler le long de la chaîne alimentaire. Absorbé par le fœtus, il peut provoquer des troubles du développement du système nerveux.

Pour détecter ce micropolluant, les chercheuses et chercheurs se servent de nanoparticules, des éléments de l'ordre du millionième de millimètre, qui sont 30'000 fois plus petits qu'un cheveu humain. Grâce à des procédés chimiques, ces nanoparticules ont été dotées de « poils » afin qu'elles puissent agir comme une sorte de velcro. Fixés à une languette et plongés dans l'eau, les minuscules éléments poilus retiennent ainsi les polluants présents dans les rivières et en permettent la détection.





Des os artificiels en cas de fracture

La création de matières biocompatibles, c'est-à-dire assimilables par le corps humain, est aussi à mettre au compte de la science des matériaux. C'est par exemple le cas des os artificiels. Pour remplacer un os fracturé, affaibli ou tuméfié, il est actuellement nécessaire de faire appel à des greffons prélevés sur l'être humain ou l'animal. Ces greffes favorisent alors la repousse de l'os naturel. Toutefois, le procédé est onéreux et comporte des risques d'infection. Les matières synthétiques à base de céramiques, et plus récemment les biocomposites de polymère et de céramique, pourraient constituer une alternative économique à ces opérations. Ces composites déformables peuvent être taillés ou assemblés par les chirurgiennes et chirurgiens grâce à des vis. Le composite prend la forme d'une structure poreuse grâce à un procédé de moussage physique. Une fois en place, cet implant d'os artificiel guide la croissance de l'os environnant avant de se résorber dans le corps au fur et à mesure qu'il devient inutile.

Des fils solaires

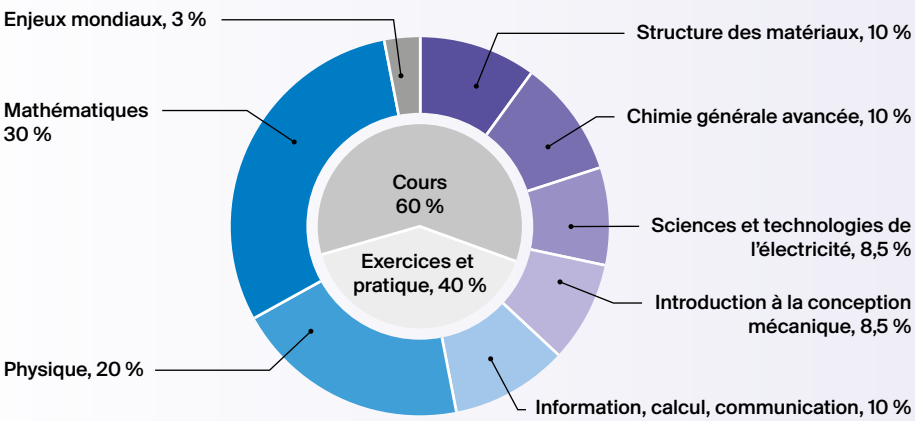
Comment faire pour récolter un maximum de lumière solaire afin de la changer en électricité ? Voilà un défi qui occupe bon nombre de chercheuses et chercheurs dans le monde. Élaborer des cellules solaires à haut rendement est en effet un véritable casse-tête. Dans cette course au photovoltaïque, les matériaux semi-conducteurs ont un rôle primordial : ils sont particulièrement efficaces pour collecter la lumière émise par le soleil.

De minuscules filaments appelés nanofils, développés récemment, ont des particularités étonnantes : posés à la verticale, ils agissent comme des entonnoirs à photons et sont capables, malgré leur très petite taille, d'absorber de grandes quantités de lumière. Dotés des propriétés électroniques adéquates, ces nanofils deviennent alors de mini-cellules solaires et transforment la lumière en courant électrique.

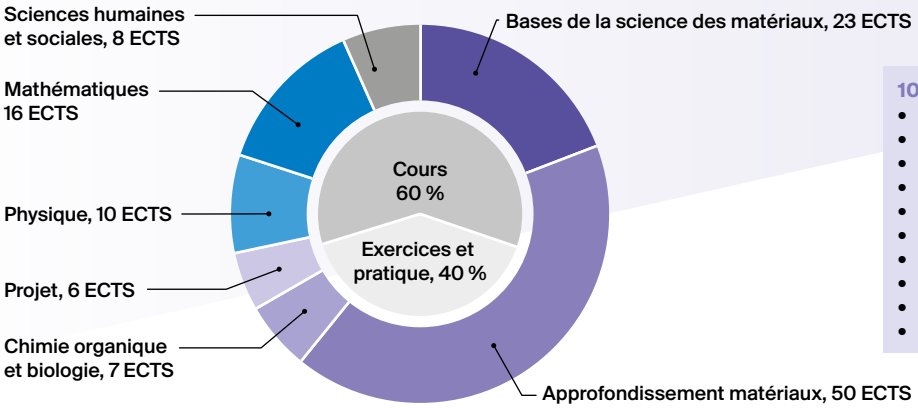
Fabriqués en arséniure de gallium, les nanofils nécessitent moins de matériau de base que les cellules conventionnelles et sont capables d'absorber jusqu'à 12 fois plus de lumière. Or, qui dit davantage de lumière, dit davantage d'énergie.

Plan d'études

Bachelor 1re année



Bachelor 2e et 3e années

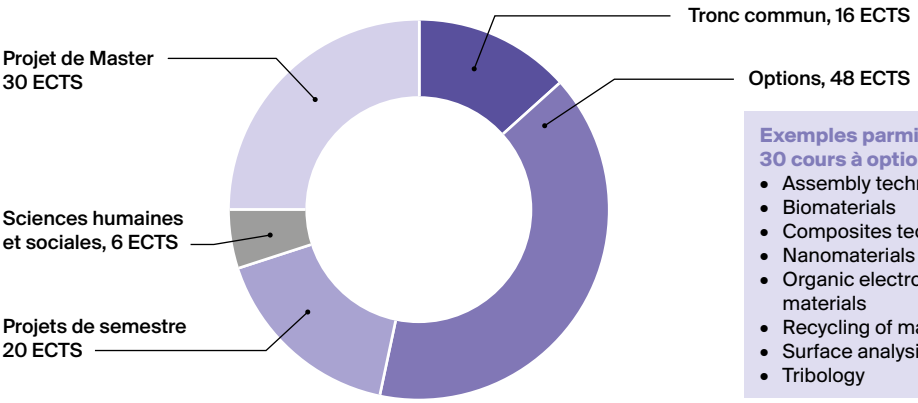


10 exemples de cours :

- Composites polymères
- Corrosion et protection des métaux
- Introduction to atomic-scale modeling
- Milieux continus
- Phénomènes de transfert en science des matériaux
- Propriétés fonctionnelles des matériaux
- Résistance des matériaux
- Science des polymères
- Sustainability and materials
- Transformations de phases

Master

(120 crédits ECTS)



Exemples parmi plus de 30 cours à option :

- Assembly techniques
- Biomaterials
- Composites technology
- Nanomaterials
- Organic electronic materials
- Recycling of materials
- Surface analysis
- Tribology

Mineurs recommandés (30 ECTS) :

- Énergie
- Génie mécanique
- Ingénierie pour la durabilité
- Management de la technologie et entrepreunariat
- Science et ingénierie computationnelles
- Technologies biomédicales
- Technologies spatiales

Le Master comprend un stage obligatoire en industrie.

Perspectives professionnelles

Dans l'industrie, les perspectives sont variées : de nombreux domaines en développement, comme ceux du biomédical, des matériaux composites, des micro- et nano-technologies, des télécommunications, de l'aéronautique et de l'aérospatial, ainsi que du sport de haut niveau, recherchent les compétences des ingénieures et ingénieurs en matériaux. Leur métier s'exerce également dans des domaines tels que l'horlogerie, les industries métallurgiques, céramiques ou polymères, l'industrie du bâtiment, l'industrie agroalimentaire ou encore celle du packaging, des transports et de l'énergie. Les fonctions exercées y sont très diversifiées : en recherche et développement, les ingénieures et ingénieurs en matériaux cherchent à optimiser le choix de matériau pour une application donnée ou à développer de nouveaux procédés d'élaboration. L'expérimentation et la modélisation numérique sont alors combinées pour faire le lien entre procédés (cycles de production, température, etc.) et caractéristiques du produit final (microstructures, propriétés mécaniques, etc.). Dans les unités de production, ces spécialistes assurent la mise en œuvre de ces procédés et la qualité du produit. Toujours plus d'ingénieures et ingénieurs sont en outre impliqués dans l'analyse du cycle de vie des matériaux. Après le Master, il est aussi possible d'effectuer un Doctorat, à l'EPFL ou dans une autre institution. Ce titre, qui constitue une véritable formation complémentaire à la recherche, permet de travailler dans les instituts publics ou privés, dans l'enseignement (universités, écoles supérieures, etc.) ou encore de rejoindre le monde industriel.

Faculté des sciences et techniques de l'ingénieur (STI)
Section de science et génie des matériaux
E-mail : smx@epfl.ch
Téléphone : +41 21 693 68 01
Web : go.epfl.ch/bachelor-science-genie-materiaux

© 07.2023, École polytechnique fédérale de Lausanne - Conception et réalisation : monokini.ch avec didier-oberson.ch Textes : EPFL & P-Y Frei