



microcity

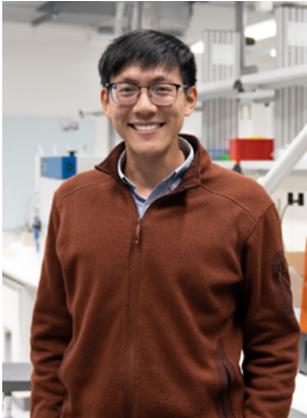
Sommaire

P4
Editorial

P6
Le Campus EPFL
Neuchâtel

P7
Ouverture d'un
nouveau laboratoire

Le 1er mars 2023, le Prof. Daryl Yee a pris ses fonctions en tant que professeur assistant tenure track et a créé le Laboratoire de Chimie des Matériaux et de la Fabrication.



P8
Enseignement

P10
Quelques
étudiantes et
étudiants primés
en 2023



P12
L'EPFL facilite
l'accès à ses talents
pour les entreprises
neuchâtelaises



P14
Les domaines de
recherche

P16
Highlights



Production d'un laser
femtoseconde sur un substrat
en verre

P21
Les centres de
recherche



P24
Transfert
technologique

P26
Projets collaboratifs

P28
Apport du Campus
EPFL Neuchâtel au
pôle d'innovation
neuchâtelois



P30
Le Campus en
chiffres

P32
Exploitations 2023



P33
Investissement total
OPEX & CAPEX de
2013 à 2023

P34
Evénements sur le
Campus

P35
Communication /
vulgarisation

P36
Promotion des
sciences

P36
Pensée
computationnelle
en école obligatoire

P38
Perspectives 2024

Impressum

Edition | EPFL Neuchâtel
Graphisme | EPFL Mediacom
Communication Visuelle (MCV)
Impression | EPFL Centre
d'Impression (REPRO)



Editorial

Chères et chers collègues, partenaires et ami-es de l'EPFL Neuchâtel,

L'année écoulée a été marquée par des défis budgétaires sans précédent, résultant de la crise du Covid et de la guerre en Ukraine. Au sein de l'EPFL et malgré ces difficultés, un investissement ciblé de nos ressources a permis de transformer ces obstacles en opportunités de croissance et d'innovation. Cette stratégie a renforcé notre position de leader dans le domaine de la recherche et de l'enseignement.

À l'EPFL Neuchâtel, nous avons généré une croissance significative dans des secteurs clés, notamment celui de l'advanced manufacturing. L'engagement d'un nouveau professeur a encore renforcé ce domaine dans lequel la moitié de nos laboratoires sont actifs. Nous sommes fiers de constater que de nombreux projets de recherche financés par le programme Strategic Focus Area Advanced Manufacturing (SFA-AM) sont menés dans nos laboratoires, témoignant ainsi de notre engagement envers le progrès et la transformation numérique de l'industrie.

Parallèlement, notre recherche dans le domaine de la santé a connu un essor considérable, avec des avancées notables réalisées au sein du Centre pour Muscles Artificiels ainsi que dans plusieurs de nos laboratoires. Ces développements prometteurs ouvrent de nouvelles perspectives pour la médecine de demain, renforçant ainsi notre engagement envers le bien-être de la société.

En outre, l'EPFL reste fermement ancrée en tant que pôle d'excellence mondial dans le domaine de l'énergie photovoltaïque. Nous sommes ravis d'annoncer qu'au cours de l'année écoulée, le laboratoire de photovoltaïque et couches minces électroniques (PV-LAB) a franchi une étape significative. Il a produit à partir d'une technologie peu coûteuse des cellules solaires d'un rendement record de plus de 30 %, marquant ainsi une avancée majeure dans notre quête d'énergies propres et durables.

Ces activités de recherche ne nous font pas oublier notre mission de transfert technologique et nous avons poursuivi tout au long de l'année notre collaboration avec le SIP West EPFL afin de développer de nouvelles opportunités de collaborations avec l'industrie.

Alors que nous tournons la page d'une année riche en réalisations scientifiques, nous regardons vers l'avenir avec optimisme et détermination. L'EPFL reste plus que jamais engagée à relever les défis de notre époque et à façonner un avenir meilleur pour toutes et tous.

Merci à chacune et chacun d'entre vous pour votre contribution précieuse à notre succès collectif.

Vivek Subramanian
*Président du Comité
de Campus*

Marcella Giovannini
*Directrice Opérationnelle
de l'EPFL Neuchâtel*



Les professeurs, MERS, Directeurs des Centres et Directrice du Campus Associé de l'EPFL à Neuchâtel. De gauche à droite : V. Subramanian, K. Choo, S. Henein, H. Shea, J. Schiffmann, F.-J. Haug, B. Studach, Ch. Ballif, R. Logé, E. Charbon, D. Yee, Y. Bellouard, M. Giovannini, Y. Perriard et A. Hessler-Wyser. Absents de la photo ce jour-là: D. Briand et S. Carrara © Tamara Berger.

Le Campus

Situé au cœur du pôle d'innovation Microcity, le Campus Associé de l'EPFL à Neuchâtel constitue un véritable creuset d'excellence en matière de recherche et d'enseignement. Avec ses **12 laboratoires** et **2 centres de recherche**, tous rattachés à la Faculté des Sciences et Techniques de l'Ingénieur (STI), il offre un cadre propice à l'émergence de synergies multidisciplinaires, favorisant la collaboration entre nos chercheuses et chercheurs et nos partenaires académiques.

Au-delà des frontières académiques, le Campus entretient des liens étroits avec l'industrie, favorisant ainsi la transition des découvertes scientifiques vers des applications concrètes. Cette interaction entre le monde académique et l'industrie renforce la pertinence des travaux menés sur le Campus, contribuant ainsi de manière significative au développement technologique et à l'innovation dans la région neuchâteloise.

La présence de deux centres spécialisés complète l'écosystème du Campus. Ces centres, en tant que foyers de recherche avancée, jouent un rôle crucial dans le positionnement du Campus Associé de l'EPFL à Neuchâtel en tant que leader dans la microfabrication avancée ainsi que dans la conception de muscles artificiels pour le corps humain.

Le Campus Associé de l'EPFL à Neuchâtel au sein du pôle d'innovation Microcity est bien plus qu'un simple lieu d'études et de recherches. C'est un hub intellectuel vibrant, où la passion pour la science et l'ingénierie se combine avec la recherche de solutions novatrices et qui renforce le positionnement du Canton de Neuchâtel comme leader de l'innovation.

12
Labos

2
Centres de
recherche

1
Faculté

Ouverture d'un nouveau laboratoire sur le Campus Associé de l'EPFL à Neuchâtel

Le 1er mars 2023, le **Prof. Daryl Yee** a pris ses fonctions en tant que professeur assistant tenure track et a créé le Laboratoire de Chimie des Matériaux et de la Fabrication, le **Laboratoire ALCHEMY** sur le Campus Associé de l'EPFL à Neuchâtel.

La mission du laboratoire est de développer **des matériaux fonctionnels avancés pour tous** capables de relever les défis sociétaux en matière de soins de santé, d'énergie et de changement climatique.

À cette fin, le Prof. Daryl Yee et son équipe cherchent à intégrer **la conception moléculaire, la science des matériaux et la fabrication avancée**. Ils s'intéressent au développement de chimies accessibles et de stratégies de traitement qui peuvent permettre la fabrication d'une grande variété de matériaux aux **microstructures et propriétés complexes** et pouvant être intégrés dans **des dispositifs fonctionnels avancés**.

Son groupe se concentre actuellement sur le développement de nouvelles méthodes basées sur les polymères pour l'impression céramique, métal et composite; la conception de polymères ayant des propriétés dynamiques et changeantes de forme.



Né à Singapour, Daryl Yee a parcouru différentes phases de l'exploration des matériaux à travers le monde, des métaux à Londres (Royaume-Uni) aux nanoparticules à Cambridge (Massachusetts, USA) en passant par les polymères à Pasadena (Californie, USA). C'est au cours de ses études supérieures à Caltech que son goût pour la manufacture a émergé.

Daryl Yee fait partie de la nouvelle génération de scientifiques qui explorent le point de rencontre entre la science des matériaux et la fabrication avancée. Rayonnant d'une curiosité contagieuse et vivant selon l'adage «nous voulons réaliser l'irréalisable», sa curiosité et son dynamisme rappellent les alchimistes d'autrefois. Il a été présenté par Cell Press Matter dans son éditorial 2023 comme l'un des 35 scientifiques des matériaux de moins de 35 ans à surveiller dans le monde.

Daryl Yee dans son laboratoire. © 2023 EPFL / Titouan Veuillet

Enseignement

Les 12 professeurs et 3 Maîtres d'enseignement et de Recherche (MER) participent activement à la formation des futur-es ingénieur-es du pays.

En plus de donner des cours pour les étudiant-es en cycle Bachelor et Master des sections de **microtechnique**, de **robotique**, de **génie mécanique** ou d'**électricité**, ils forment des doctorant-es dans leurs laboratoires et accueillent chaque année des étudiant-es en projets de semestre ou de masters ainsi que des stagiaires provenant d'universités externes.

En 2023, on décompte :

101

doctorant-es

77

étudiant-es EPFL en projets de semestre et masters

17

étudiant-es immatriculés dans d'autres universités suisses ou étrangères en séjour temporaire à l'EPFL

23

Thèses de doctorat soutenues



Thèses de doctorat soutenues en 2023

Laboratoires	Candidat-es	Titres
AQUA	Francesco Piro	Front-End Circuits for Radiation-Hard Monolithic CMOS Sensors targeting High-Energy Physics Applications
AQUA	Pouyan Keshavarzian	Modelling and design of CMOS SPAD sensors for quantum random number generation
AQUA	Andrada Alexandra Muntean	Integrated electronics for time-of-flight positron emission tomography photodetectors
GALATEA	Olivier Bernard	In situ monitoring of femtosecond laser-induced modifications in dielectrics
GALATEA	Gözden Torun	Femtosecond laser-induced modifications and self-organization in complex glass systems
GALATEA	Ruben Ricca	On the interaction of femtosecond laser pulses with layered dielectric materials
LAI	Mejia Hernandez	Deep Learning for Localized-Haptic Feedback in Tactile Surfaces
LAI	Adrien Thabuis	Computational design and additive manufacturing of electromagnetic coils
LAI	Pooneh Mohaghegh	Indoor Real-Time localization system design for Internet of Things applications
LAI	Sofia Lydia Ntella	Modeling and analysis of miniaturized magnetorheological valve for fluidic actuation
LAFT	Amin Hodaei	Additive Fabrication of Microsupercapacitors
LAMD	Tomohiro Nakade	Haptics based collaborative steering control in automated driving environments
LAMD	Sajjad Zakeralhoseini	Small-Scale turbopumps for waste heat recovery applications based on an organic Rankine cycle: a study from pre-design to experimental validation
LAMD	Ocampo Olmedo	High-speed turbocompressors for natural fluid heat-pumps: from integrated design to digital-twin
LMTM	Erwan Guenier	A hybrid Selective Laser Sintering based process for the additive manufacturing of architected composites
LMTM	Rita Drissi Daoudi	Towards Robust Monitoring of the Laser Powder Bed Fusion Process based on Acoustic Emission combined with machine Learning Solutions
LMTS	Nicolas Fumeaux	Additive and digital manufacturing of transient sensors and bioelectronics
LMTS	Morgan Mc Kay Monroe	Printed degradable piezoelectric microsystems: From ink formulation to device fabrication and characterization
PV-LAB	Jonathan Thomet	III-V Nitride Semiconductors Deposited At Low Temperature for Photovoltaic Applications
PV-LAB	Caroline Hain	Plasma-Assisted Hybrid Vapour Deposition Technology for Thin Film Fabrication
PV-LAB	Samira Frey	Amorphous Silicon Based Microchannel Plates for Time-of-Flight Positron Emission Tomography
PV-LAB	Quentin Guesnay	Vapor Deposition of Perovskite Solar Cells
PV-LAB	Olatz Arriaga Arruti	Investigation and Mitigation of Moisture- and Potential-Induced Degradation Mechanisms of Silicon Heterojunction Solar Cells and Modules

Quelques étudiantes et étudiants primés en 2023

Laurie-Lou SENAUD

(PV-LAB) a reçu le prix Asea Brown Boveri Ltd. (ABB) pour ses travaux sur l'optique et l'électronique des cellules solaires en silicium cristallin à hétérojonction à haut rendement, permettant d'atteindre des rendements supérieurs à 25% avec des procédés industrialisables.



Ernesto GRIBAUDDO,

Docteur au laboratoire Galatea, a remporté le premier prix de la meilleure présentation étudiante lors de la conférence SPIE Photonics West à San Francisco, USA (LASE Conference on Frontiers in Ultrafast Optics) sur le thème des lasers femtosecondes et de leurs applications.

Ebrar OZKALAY (PV-LAB)

a reçu le prix du meilleur poster "*Effect of satellite-derived insolation data on the accuracy of Performance Ratio estimates*", Conférence Swiss Photovoltaic 2023.



Pieter Vlugter, PhD du laboratoire Galatea, obtient "the EDAM Doctoral Thesis Distinction 2022" lors de l'EDAM Day 2023@EPFL pour sa thèse sur les propriétés thermomécaniques des verres modifiés avec des lasers femtosecondes.



Luca Antognini, Docteur au laboratoire PV-LAB a reçu le prix de la meilleure thèse de l'Ecole Doctorale Photonique pour la qualité de sa thèse intitulée «*Contact Design for Silicon Heterojunction Solar Cells*».

Luca Pedro a reçu l'OMEGA Prize Student Award pour son mémoire de Master «*Conception et fabrication d'un pivot flexible à mouvement parasite minimisé et rigidité radiale maximisée*» réalisé à l'Instant-Lab sous la direction du Prof. Simon Henein.



L'EPFL facilite l'accès à ses talents pour les entreprises neuchâtelaises

Chaque année, la section de Microtechnique organise une journée pour ses étudiantes et étudiants de 2^{ème} année au sein du Campus Associé de l'EPFL à Neuchâtel et visite à cette occasion des entreprises intéressées à se faire connaître auprès du corps estudiantin.

Nos partenaires ont également l'opportunité de dénicher leurs futurs talents à travers les stages en entreprises effectués par les étudiant-es pendant le cycle Master.

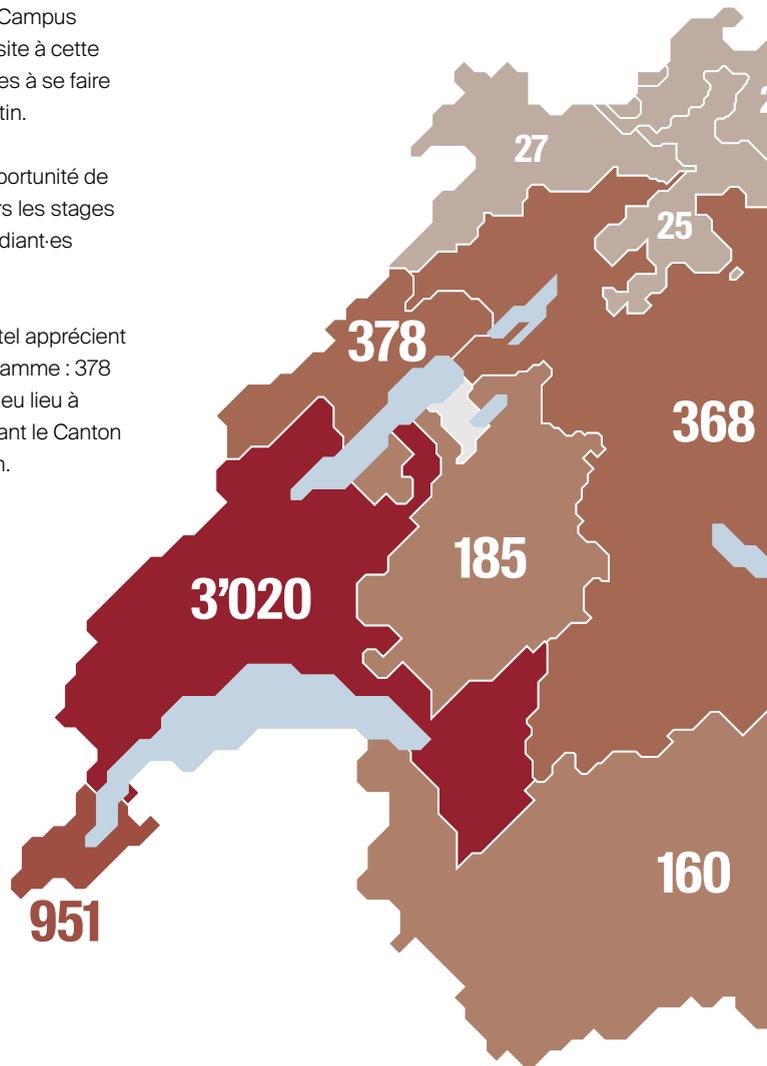
Les sociétés du Canton de Neuchâtel apprécient et participent activement à ce programme : 378 stages de master en entreprise ont eu lieu à Neuchâtel entre 2018 et 2023, plaçant le Canton 4^{ème} derrière Vaud, Genève et Zurich.

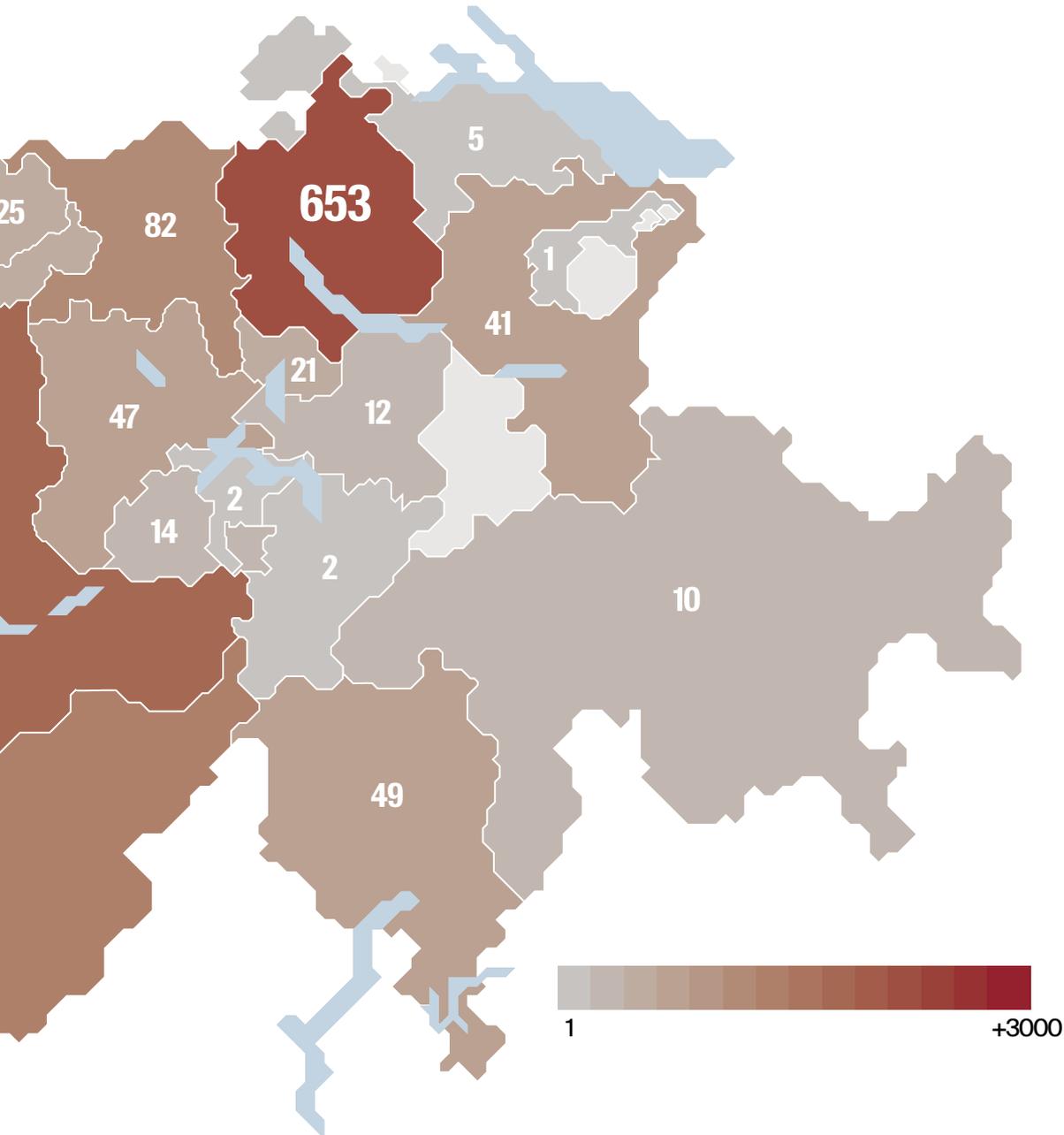
378

stages en master
en entreprise

4^{ème}

canton avec le plus
de stagiaires





Les domaines de recherche

Chaque laboratoire du Campus Associé de l'EPFL à Neuchâtel se distingue par son engagement dans des domaines de pointe qui vont de la photonique à la microtechnique, en passant par la microélectronique et les sciences des matériaux.

Ces domaines peuvent être regroupés en **5 grandes familles** illustrées ci-contre.

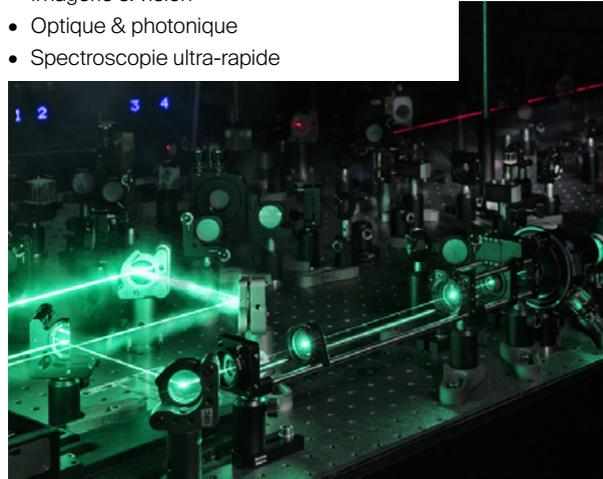
Nos chercheuses et chercheurs publient leurs résultats dans des journaux spécialisés et participent à de nombreuses conférences à travers le monde contribuant pleinement à la réputation de l'EPFL qui se classe en 16^{ème} parmi les meilleures universités d'Europe selon le QS World University Ranking.

Expliquer et diffuser les résultats au-delà d'un public spécialisé reste essentiel pour une institution qui entend jouer pleinement son rôle d'information et d'éducation dans une société qui doit relever de nombreux défis. Cette diffusion participe par ailleurs à éveiller la curiosité des plus jeunes et à les motiver à s'engager dans des métiers techniques et scientifiques.

Les pages suivantes décrivent quelques exemples de réalisations qui ont été médiatisées auprès d'un public plus large.

OPTIQUE et PHOTONIQUE

- Imagerie & vision
- Optique & photonique
- Spectroscopie ultra-rapide

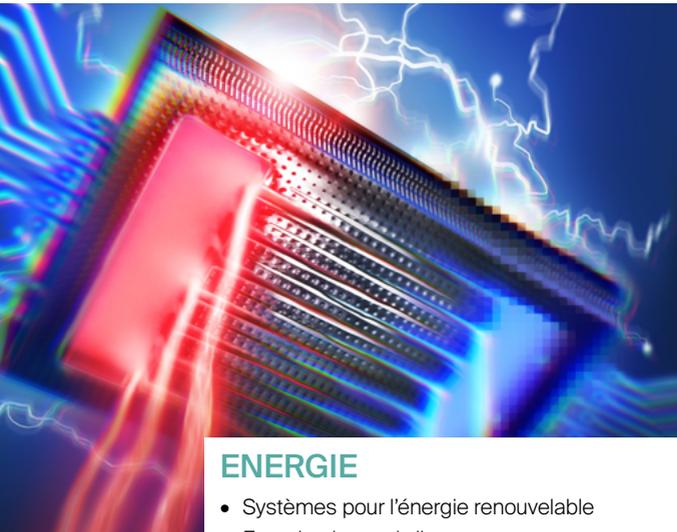
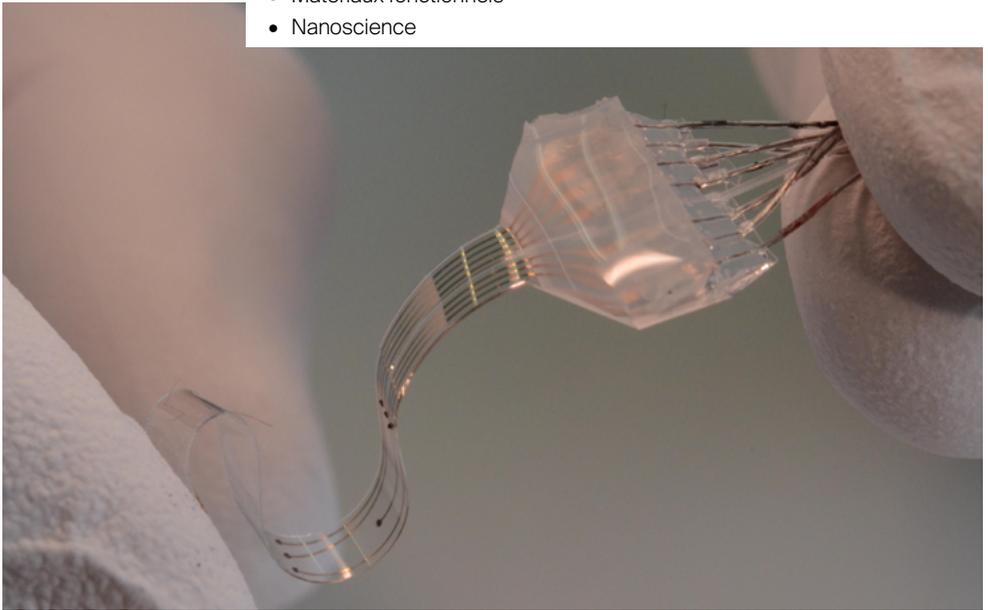
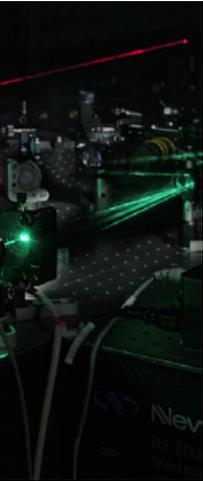


MECATRONIQUE

- Microsystèmes micromécaniques & dispositifs électromécaniques
- Robotique & systèmes autonomes
- Matériaux mous & structures flexibles

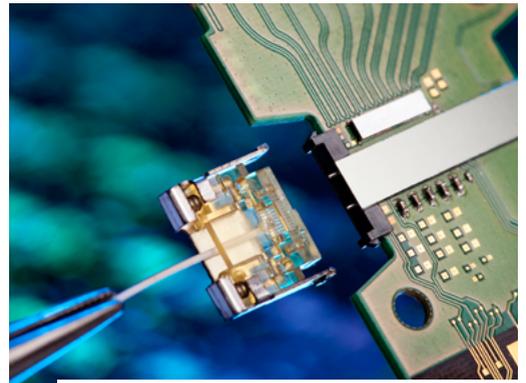
NOUVEAUX PROCÉDES DE FABRICATION

- Micro-fabrication avancée
- Fabrication additive
- Métamatériaux
- Matériaux fonctionnels
- Nanoscience



ENERGIE

- Systèmes pour l'énergie renouvelable
- Energie photovoltaïque



MICROELECTRONIQUE

- Circuits électroniques basse consommation
- Electronique flexible
- Bioélectronique
- Circuits à signaux mixtes
- Technologies quantiques & cryoélectronique

Highlights

Des pompes en forme de fil tissées dans les vêtements (LMTS)

Des scientifiques du **Laboratoire des Microsystèmes Souples (LMTS)** dirigé par le Professeur Herbert Shea ont mis au point des pompes en forme de fibre qui permettent de tisser des circuits fluidiques haute pression dans les textiles sans pompe externe. Ces pompes peuvent être utilisées dans de nouvelles technologies portables intéressantes: les exosquelettes souples, les vêtements thermorégulateurs et les systèmes haptiques immersifs peuvent ainsi être alimentés par des pompes cousues dans le tissu de ces dispositifs.

Il est ainsi possible de faire circuler des fluides chauds ou froids dans les vêtements pour les personnes travaillant dans des environnements à températures extrêmes ou, dans un cadre thérapeutique, pour aider à gérer l'inflammation, et même pour les athlètes cherchant à optimiser leurs performances.

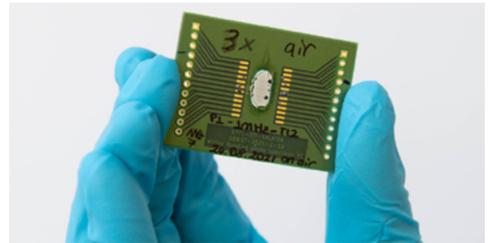
Le LMTS poursuit ses travaux pour améliorer les performances de ce dispositif et intégrer ces pompes à des dispositifs plus complexes.



Pompes intégrées dans un gant © 2023 EPFL / LMTS- CC-BY-SA 4.0.

Transformation de verre en capteur «transparent» d'énergie lumineuse – (GALATEA)

Des scientifiques du **Laboratoire Galatea** dirigé par le Professeur Yves Bellouard ont découvert un moyen innovant de créer des circuits photoconducteurs, en les imprimant directement sur une surface en verre à l'aide d'un laser femtoseconde. Transparente à la lumière et nécessitant un seul matériau, cette nouvelle technologie pourrait un jour servir à produire de l'énergie.



Un circuit photoconducteur, imprimé directement sur une surface en verre à l'aide d'un laser femtoseconde © 2024 EPFL / Lisa Ackermann.

En étudiant la manière dont les atomes du verre de tellurite se réorganisent en cas d'exposition à des impulsions rapides de lumière laser femtoseconde de haute énergie, les scientifiques ont découvert la formation de cristaux nanométriques de tellure et d'oxyde de tellure, deux matériaux semi-conducteurs gravés dans le verre, précisément à l'endroit où le verre avait été exposé.

L'équipe du Galatea a alors démontré qu'il est possible d'imprimer à l'aide du laser femtoseconde un motif sur la surface du verre de tellurite et de créer ainsi un dispositif capable de produire de l'électricité de manière fiable lorsque celui-ci est exposé à la lumière du jour.

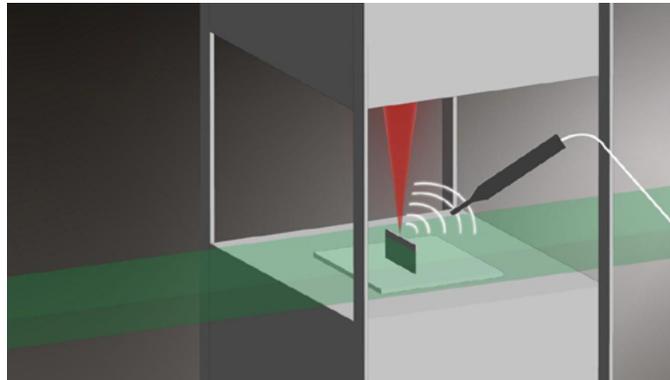
Fabrication additive au laser: détection de défauts en temps réel – (LMTM)

Des chercheurs et chercheuses du **Laboratoire de métallurgie thermomécanique (LMTM)** dirigé par le Professeur Roland Logé ont initié un programme de recherche qui vise à développer une solution révolutionnaire et abordable permettant de surveiller et d'améliorer la qualité des produits fabriqués par la méthode d'impression 3D Laser Powder Bed Fusion (LPBF).

La solution étudiée permet de détecter des défauts en temps réel en se basant sur la différences de sons émis par l'imprimante lors d'une impression parfaite par rapport à une impression comportant des irrégularités. Elle met par ailleurs en évidence le potentiel de la détection et de la correction précoces de défauts pour une qualité de produits accrue.

Ce programme de recherche jette les bases d'une meilleure compréhension et d'une amélioration du procédé de fabrication qui conduira sur le long terme à une fiabilité accrue des produits, avec des conséquences significatives pour de potentielles applications industrielles, notamment dans l'aéronautique et la mécanique de précision.

Cette étude renforce la réputation de la Suisse en matière de savoir-faire minutieux et de fabrication précise et souligne l'importance de procédés de fabrication cohérents.



Représentation graphique du dispositif d'écoute des défauts d'impression © 2023 EPFL / Titouan Veuillet.



Comment fonctionne la fabrication LPBF ?

La fabrication LPBF est un procédé d'avant-garde qui bouleverse la fabrication de produits métalliques. Elle s'appuie essentiellement sur un laser à haute intensité pour faire méticuleusement fondre de minuscules particules de poudres métalliques dans le but de produire des objets métalliques tridimensionnels en plusieurs couches. La LPBF s'apparente à la version métallique de l'impression 3D conventionnelle, la sophistication en plus.

Production d'un laser femtoseconde sur un substrat de verre (GALATEA)

Les lasers femtosecondes commerciaux sont traditionnellement fabriqués en disposant les éléments optiques et leurs montures sur un substrat métallique. Pour fonctionner, ils requièrent un alignement très délicat et difficile à fiabiliser de chacun des éléments optiques.

Pour contourner ce problème, l'équipe du laboratoire Galatea est parvenue à produire un laser femtoseconde stable et compact, gravé dans un substrat de verre unique de la taille d'une carte de crédit.

Pour parvenir à ce résultats, les scientifiques utilisent un laser femtoseconde commercial pour fabriquer dans une feuille de verre des cavités tri-dimensionnelles dans lesquelles positionner les composants essentiels. La gravure est conçue de telle sorte que certains composants du laser se trouvent dans une cavité pouvant se mouvoir grâce à des micro-mécanismes flexibles, inscrits dans le substrat et activés par exposition au laser femtoseconde. Celui-ci est utilisé une seconde fois pour aligner les miroirs et obtenir un laser stable et compact.



Des scientifiques du laboratoire Galatea fabriquent un laser femtoseconde à partir de substrat de verre © 2023 / EPFL - Jamani Cailliet



Les lasers femtosecondes produisent des impulsions de lumière extrêmement courtes et régulières. Leurs applications sont nombreuses : chirurgie ophtalmologique, microscopie non linéaire, spectroscopie, traitement laser des matériaux et, récemment, stockage durable des données.

Le laboratoire Galatea se trouve à la croisée de l'optique, de la microtechnique et des sciences des matériaux. Les lasers femtosecondes y sont utilisés pour étudier les propriétés non linéaires des matériaux et pour comprendre comment modifier des matériaux dans leur volume.

PopTouch (LMTS)

Les interactions avec les écrans tactiles reposent largement sur la vision : Les boutons virtuels et les curseurs virtuels d'un écran tactile ne donnent aucun sens mécanique à l'objet qu'ils cherchent à représenter. Les chercheurs du LMTS ont développé un écran haptique flexible de 500 µm d'épaisseur qui crée des boutons physiques pressables à la demande. Appelé PopTouch, ce dispositif peut être monté directement sur des écrans tactiles ou sur toute autre surface lisse, plate ou incurvée.

Les boutons de PopTouch sont des zips électrostatiques (pixels tactiles) contrôlés indépendamment et amplifiés hydrauliquement, qui génèrent un déplacement hors plan de 1,5 mm. Lorsque l'utilisateur appuie sur les boutons, ceux-ci fournissent un retour d'information mécanique intuitif grâce à une caractéristique d'enclenchement dans leur profil force-déplacement. Le seuil d'enclenchement peut atteindre 4 N et est réglé en fonction des paramètres de conception et d'actionnement.

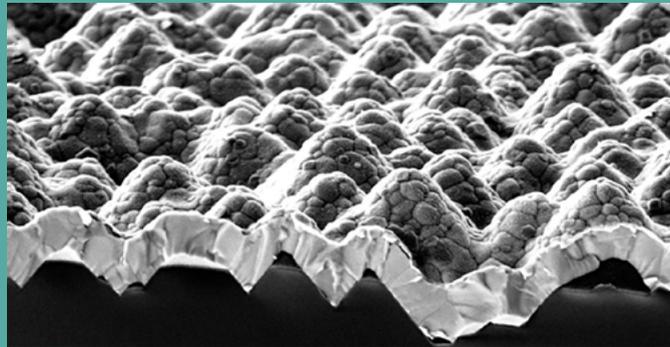
Les chercheurs ont développé deux versions de PopTouch : une PopTouch transparente pour l'intégration sur des écrans tactiles avec détection tactile intégrée, tels que les smartphones, et une PopTouch sensorielle, avec des capteurs piézoélectriques en couche mince intégrés sur chaque taxel, pour l'intégration sur des substrats sans détection tactile intégrée, tels qu'un volant. Le PopTouch ajoute une haptique statique et vibrante semblable à celle d'un bouton à n'importe quel appareil grâce à son profil fin, sa flexibilité, sa faible consommation d'énergie (6 mW par bouton), son taux de rafraîchissement rapide (2 Hz) et son format de réseau librement configuré.



PopTouch @EPFL

Un jalon historique en matière d'efficacité photovoltaïque (PV-LAB)

Dans une avancée significative vers une génération d'énergie solaire plus efficace et rentable, des scientifiques de l'EPFL et du Centre suisse d'électronique et de microtechnique (CSEM) ont développé des cellules solaires tandem pérovskite/silicium à haute performance. Avec un rendement certifié de conversion d'énergie de 31,25 %, cette recherche révolutionnaire, publiée dans la prestigieuse revue Science, est la première fois où le seuil de rendement de 30 % a été dépassé grâce à une technologie peu coûteuse.



@ 2023 EPFL / CSEM

En combinant une cellule supérieure en pérovskite avec une cellule inférieure en silicium texturé, les équipes de recherche du PV-LAB, dirigé par le Professeur Christophe Ballif ont optimisé la capture de l'énergie solaire sur un spectre plus large.

Grâce à un revêtement de couches nanométriques sur des surfaces texturées, les scientifiques ont amélioré l'architecture des cellules solaires en incorporant un additif qui régule non seulement le processus de cristallisation, mais aussi passive l'interface supérieure de la pérovskite. Cette avancée ouvre la voie à la future extension et à la fiabilité des cellules solaires tandem pérovskite/silicium, qui présentent un énorme potentiel pour transformer l'industrie de l'énergie solaire, favoriser la durabilité et nous rapprocher d'un avenir énergétique plus vert et plus propre.



@ 2023 EPFL / LAMD /JTEKT Corp- CC-BY-SA 4.0

Le système de direction autonome maintient l'attention des conducteurs humains (LAMD)

Des scientifiques du **Laboratoire de conception mécanique appliquée** (LAMD) dirigé par le Professeur Jürg Schiffmann et de JTEKT Corporation ont mis au point un système de conduite automatisée qui vise à augmenter la sécurité, l'efficacité et le confort du transport en encourageant une interaction active entre les véhicules autonomes et leurs conductrices et conducteurs.

Les technologies de conduite autonome sont déjà intégrées dans de nombreux véhicules fabriqués en série. Pour les personnes au volant, elles sont une aide à la conduite, par exemple pour le maintien de la trajectoire du véhicule au centre de la voie. Mais les rares données disponibles sur la sécurité de la conduite automatisée montrent que le fait de laisser l'automatisation prendre une trop grande partie du contrôle d'un véhicule peut être plus néfaste que bénéfique, car l'absence d'implication des conductrices et conducteurs peut augmenter le risque d'accident.

Aujourd'hui, les scientifiques du laboratoire LAMD travaillent avec le fournisseur japonais de systèmes de conduite JTEKT Corporation pour développer et tester sur route un système de conduite automatisée basé sur l'haptique et intégrant différents modes d'interaction être humain-robot. Ils espèrent que leur approche permettra d'augmenter non seulement la sécurité de la conduite automatisée, mais aussi son acceptation par la société.



Interaction, arbitrage et inclusion

Contrairement aux systèmes de conduite automatisée actuels, qui n'utilisent que des caméras pour les données sensorielles, l'approche plus globale des chercheuses et chercheurs intègre des informations provenant de la colonne de direction d'une voiture. Elle encourage également une interaction permanente entre la conductrice ou le conducteur et l'automatisation, contrairement aux systèmes automatisés actuels, qui sont généralement soit activés, soit désactivés.

Les centres de recherche

Centre pour muscles artificiels (CAM)

La paralysie faciale est une affection très pénible qui se traduit par l'incapacité du patient à bouger la musculature d'un ou des deux côtés du visage.

Cette condition compromet la capacité du patient à communiquer et à exprimer son visage, ce qui réduit considérablement sa qualité de vie. Le traitement actuel de la paralysie faciale chronique repose sur une chirurgie reconstructive complexe.

En outre, l'utilisation du tissu musculaire du patient entraîne une morbidité au niveau du site donneur et la régénération des tissus peut être limitée, ce qui conduit à des résultats sous-optimaux en ce qui concerne la réanimation faciale.

L'équipe du Centre pour muscles artificiels travaille sur une nouvelle approche moins invasive de la réanimation faciale dynamique.



@ Félix Wey, Werner Siemens-Stiftung

Le CAM propose l'utilisation d'actionneurs en élastomères diélectrique (DEA) pour restaurer le mouvement du visage, évitant ainsi la procédure traditionnelle de transfert musculaire libre en deux étapes et permettant un rétablissement plus rapide du patient.

Une étude des muscles faciaux et des interfaces neurales, notamment celles responsables des mouvements de la bouche, a été réalisée, afin de mettre en œuvre une configuration réaliste.



Le Centre pour muscles artificiels (CAM), en coopération avec ses partenaires en chirurgie cardiaque - Université de Berne et en médecine reconstructive - Université de Zürich, vise à devenir la référence mondiale pour le développement et le transfert clinique d'une toute nouvelle approche technologique pour les muscles artificiels dans le corps humain.



Universität
Zürich ^{UZH}

u^b

UNIVERSITÄT
BERN

Centre de Recherche en Micro-Fabrication M2C

En 2023, le M2C a procédé à deux acquisitions majeures en termes d'outils pour la fabrication avancée. Il s'agit d'une part du système cobotique de micro-assemblage pour la dépose et l'assemblage de précision de microcomposants sur des formes complexes et d'autre part d'un système de tomographie à rayons X à haute résolution pour la caractérisation et l'analyse non destructive de pièces et systèmes issues de nos laboratoires.

Le système de micro-assemblage permet de manipuler des objets de quelques micros à env. 3 mm et les positionner, puis les assembler sur des substrats à géométries complexes. Il est doté d'une interface homme machine intuitive qui simplifie grandement son utilisation.



Système cobotique de micro-assemblage @ EPFL

En parallèle aux acquisitions et installations des équipements spécifiques du M2C, les collaborateurs du centre et les laboratoires du site poursuivent leurs efforts pour améliorer le partage et l'utilisation des équipements. Ce travail se fait avec le soutien du Centre de MicroNano Technologie (CMI) qui partage son précieux savoir-faire et fournit un appui pratique pour la gestion des utilisateurs, ainsi que les accès aux équipements et instruments.

Toujours placé sous le giron de l'Institut d'Électronique et de Microtechnique (IEM), le M2C compte depuis l'automne 2023 avec un appui administratif et technique pour ses opérations.

Durant cette même année, le directeur opérationnel du M2C, M. Studach et la responsable de la communication de l'IEM Mme Pétremand, ont finalisé le programme Industry Affiliates Program (IAP) destiné à développer des partenariats à long terme entre les acteurs industriels et l'institut. Le programme a été officiellement lancé en juillet 2023.

L'entreprise Melexis, leader dans le domaine des capteurs automobiles, en est le premier membre. A ce jour, elle a déjà procédé au lancement de deux importants projets de recherche dans le domaine des biocapteurs.



Le Centre de Recherche en Micro-Fabrication M2C est une alliance entre l'EPFL et le CSEM pour répondre aux besoins futurs de l'industrie en matière d'innovation pour l'industrie manufacturière, en particulier microtechnique. Le M2C participe activement au renforcement des interactions avec toutes les parties prenantes de l'écosystème, pour promouvoir les technologies de fabrication avancée.

Ceci permet de sensibiliser les acteurs industriels à ces nouvelles technologies et aux avantages qu'elles peuvent apporter en termes d'innovation et de valeur ajoutée.

En 2023, le centre M2C a reçu la visite de plus de 40 groupes/individus issus des institutions de recherche, des services économiques et de l'industrie. Il a en outre représenté l'institut d'électricité et de microtechnique dans une dizaine d'événements locaux, régionaux et nationaux.



Transfert de technologie

L'EPFL soutient l'innovation et le transfert des résultats de recherche de ses laboratoires vers le secteur industriel dans le but de créer de nouveaux produits et services.

Ce transfert de technologie peut se faire de diverses façons : à travers de projets de recherche menés en collaboration avec des entreprises déjà établies, par la création de startups issues de nos laboratoires ou par des contrats de licence.

La contribution des laboratoires de l'EPFL Neuchâtel au transfert de technologies est importante et bénéficie au tissu économique neuchâtelois.

- Les laboratoires de l'EPFL Neuchâtel ont déposé **118 brevets** et exécuté **45 licences** entre 2009 et 2023.
- **Plus de 100 projets** en collaboration avec l'industrie ont été menés entre 2018 et 2022, dont un tiers avec une entreprise établie dans le Canton de Neuchâtel.
- **15 startups** ont été créées depuis la naissance du Campus Associé de l'EPFL à Neuchâtel, entre 2009 et 2023 dont 8 établies dans le canton.
- **2 nouvelles startups** en gestation devraient être incorporées durant le 1^{er} trimestre 2024.

18

**Brevets déposés
entre 2009 et 2023**

45

**Licences exécutées
entre 2009 et 2023**

+100

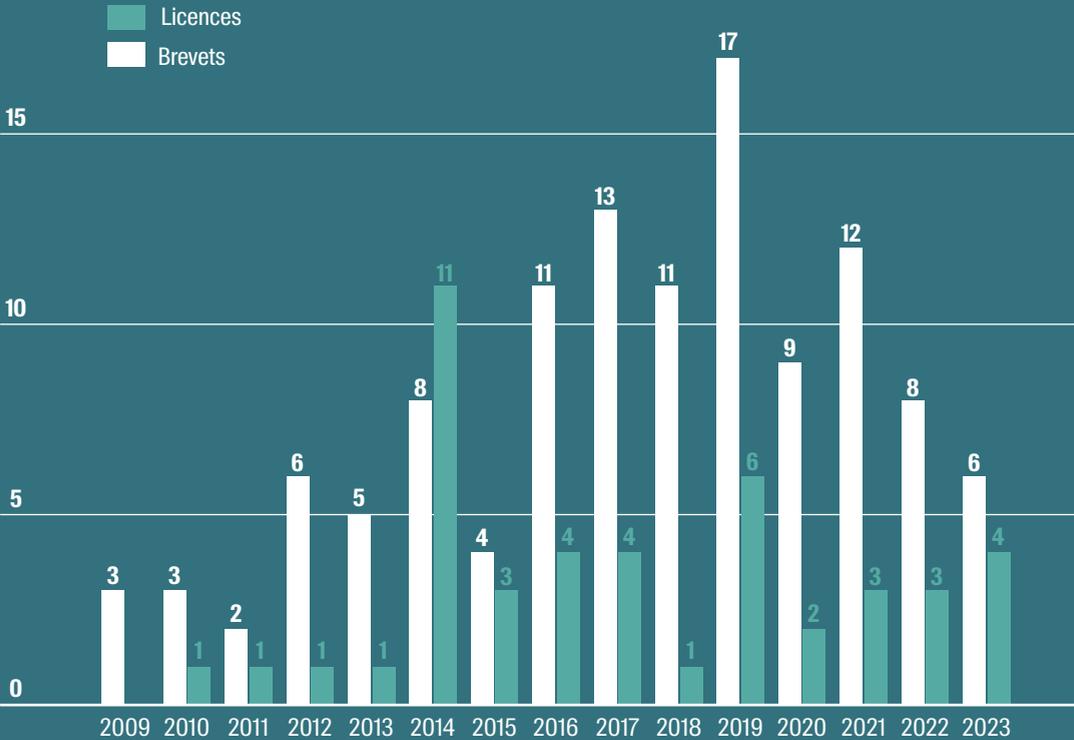
**Projets en collaboration
avec l'industrie entre 2018
et 2023 dont 1/3 dans le
canton**

15

**Nouvelles startups
entre 2009 et 2023**

20

Dépôts de brevets prioritaires et licences exécutées entre 2009 et 2023



Projets collaboratifs

La collaboration entre nos laboratoires et le secteur privé peut être mesurée par le nombre de projets de recherche effectués en collaboration avec des entreprises.

En 2023, les laboratoires de Neuchâtel ont acquis 44 nouveaux projets, le plus souvent au travers d'appels à projets compétitifs, pour un montant total de 13.7 MCHF.

Plus de la moitié de ces projets impliquent au moins un partenaire industriel ce qui totalise 49 partenaires industriels engagés dans les projets signés cette année.

44

Nouveaux projets dont 23 avec un partenaire industriel

13.7 MCHF

de financement (44 projets)

49

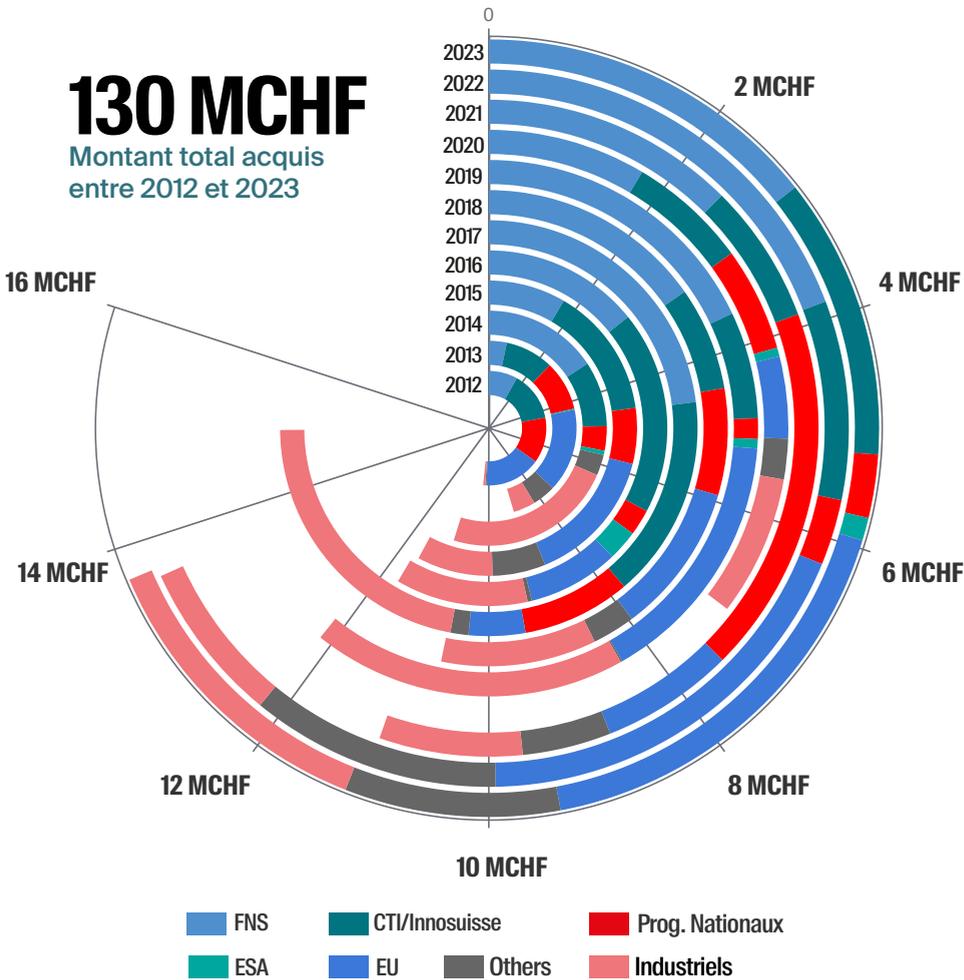
Partenaires industriels

Vue du campus de Neuchâtel
© A. Herzog, EPFL



Acquisition de projets par source de financement entre 2012 et 2023

130 MCHF
 Montant total acquis
 entre 2012 et 2023



Apport du Campus EPFL Neuchâtel au pôle d'innovation neuchâtelois

L'Association Switzerland Innovation Park West EPFL (ci-après « SIP West EPFL ») et les équipes de relations industrielles de la Vice-Présidence pour l'Innovation (ci-après « VPI ») de l'EPFL ont uni leurs forces pour cibler, attirer et accompagner des partenaires industriels sur les différents Campus associés de l'EPFL. Cette mise en commun des forces est un atout puisque, d'un côté le SIP West EPFL supporte une vision écosystème et fédéraliste et met en avant tous les acteurs de Suisse Occidentale permettant ainsi de présenter une masse critique intéressante et de générer



SWITZERLAND INNOVATION
PARK NETWORK WEST EPFL

plus d'opportunités, et d'un autre côté, l'EPFL de par son fort rayonnement international permet d'attirer de nombreux grands groupes et de positionner notre région. Finalement et d'un point de vue opérationnel, les équipes du SIP West EPFL mènent des actions proactives de prospection au niveau international via les réseaux de promotions économiques (dont le NECO*, GGBa** et S-GE***) tandis que les équipes des relations industrielles de la VPI opèrent davantage en mode réactif, c'est-à-dire traitent les demandes entrantes de sociétés désireuses de nouer des contacts avec l'EPFL.



*NECO: Service de l'économie du Canton de Neuchâtel

**GGBa: Greater Geneva Berne area

***S-GE: Switzerland Global Entreprise



Présentation de Microcity SA lors du Tech Roadshow le 9 mars 2023. © EPFL

À Neuchâtel, le SIP WEST EPFL, la VPI et le M2C ont collaboré sur de nombreuses activités de Business Development.

Ces activités ont contribué entre autres à :

- L'implantation dans le canton d'un site de production de l'entreprise Koln 3D, une société innovante qui collabore avec l'EPFL à travers le financement d'un doctorat et l'élaboration d'un projet Innosuisse.
- Le financement de deux mandats de fabrication avancée par la société française Hutchinson (industrie automobile) pour le laboratoire du Prof. Vivek Subramanian.
- Le Tech Roadshow de la plateforme K-nova organisé conjointement par le SIP West EPFL, la VPI et Alliance et qui a eu lieu en présence de près de 25 personnes et entreprises (voir photo d'illustration).

Ainsi qu' à la mise en relation de :

- La société LEMO avec les acteurs du Pôle neuchâtelois, dont l'EPFL et la He-Arc. Les discussions en cours portent sur la recherche et le développement de nouveaux alliages et des procédés de mise en œuvre.
- La société japonaise NGK-Insulators avec l'IEM et leur programme d'affiliation (IAP), et le CSEM.
- La société japonaise Valqua avec l'EPFL et le CSEM, qui a résulté en de nouvelles collaborations en lien avec les batteries miniatures.

Le Campus en chiffres

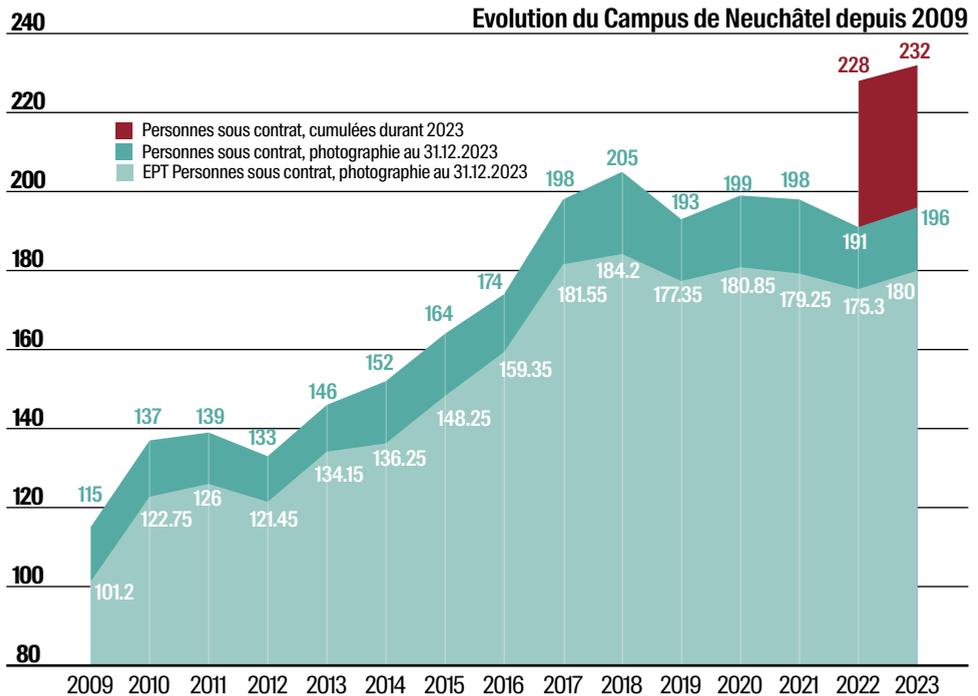
En 2023, l'EPFL a employé 232 personnes sur le Campus Associé de l'EPFL à Neuchâtel, en légère augmentation par rapport à 2022, pour une **masse salariale totale de 19.3 MCHF.**

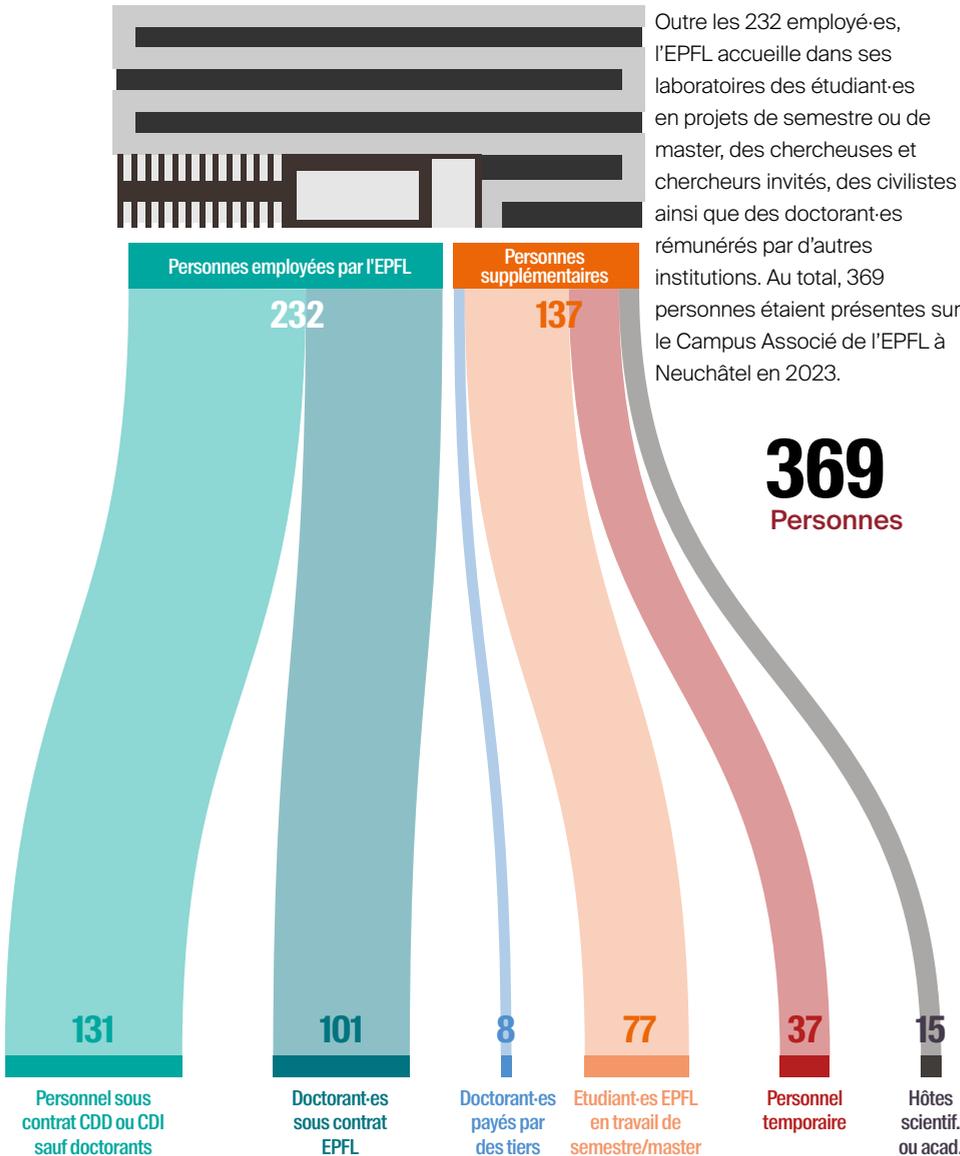
232
Employé-es de l'EPFL

De ces 232 personnes :

- 2/3 habitent dans le Canton de Neuchâtel
- 1/3 habitent dans d'autres cantons

2/3
Des employé-es habitent dans le canton





Exploitation 2023

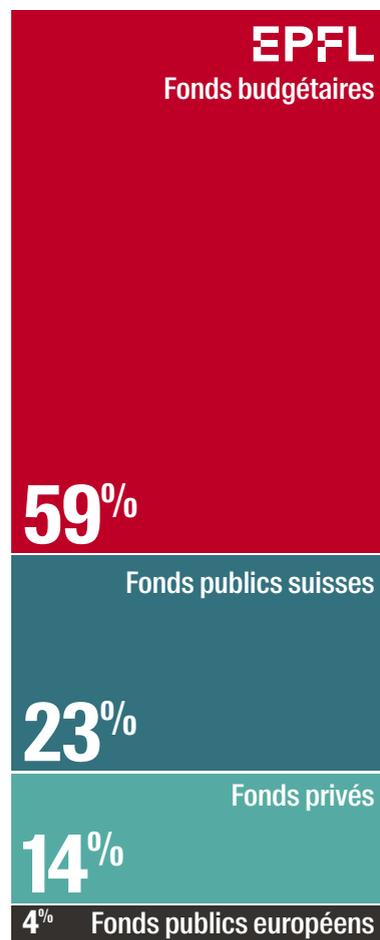
Le budget de fonctionnement annuel total (OPEX + CAPEX) du Campus Associé de l'EPFL à Neuchâtel s'élève à :

28.9 MCHF
+8.6% par rapport à l'exercice précédent

17 MCHF proviennent de fonds budgétaires de l'EPFL pour faire fonctionner les laboratoires et centres du Campus, pour la gestion du site et pour les investissements liés au bâtiment et aux infrastructures.

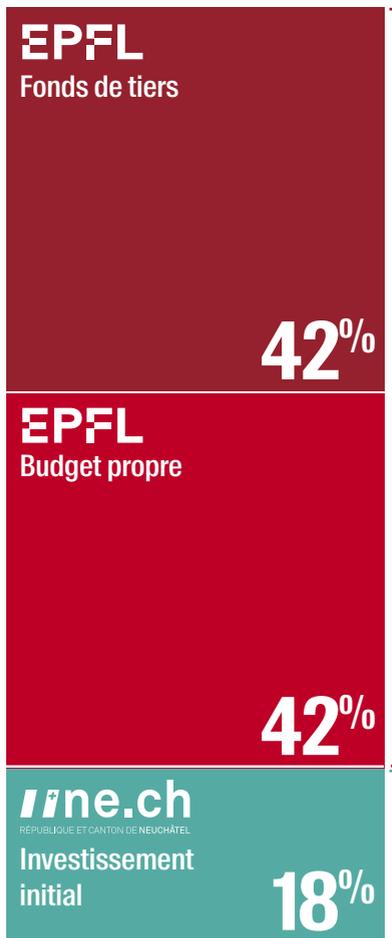
11.9 MCHF émanent de fonds de tiers acquis par les laboratoires : des fonds publics suisses et européens destinés à des programmes de recherche et des fonds privés issus de collaborations directes avec des entreprises.

Budget de fonctionnement annuel



Investissement total OPEX & CAPEX de 2013 à 2023

L'investissement global OPEX & CAPEX entre 2013 et 2023 s'élève à 319 MCHF



En 2023, l'EPFL a investi **CHF 925'000** en CAPEX afin de permettre :

- La mise en service du laboratoire de microfabrication avancée (M2C)
- Les transformations (augmentation de capacité d'extraction notamment) liées à l'arrivée du nouveau Professeur D. Yee
- L'augmentation de capacité de production d'air conditionné pour plusieurs laboratoires
- La modernisation des salles de cours et de l'auditoire afin de permettre la tenue de séances hybrides

Les coûts d'investissement cumulés sur 11 années entre 2013 et 2023 s'élèvent à :

319 MCHF

267 MCHF pour l'EPFL (fonds propres et fonds de tiers confondus) **dont 9 MCHF en investissement pour l'infrastructure**

52 MCHF* pour l'Etat de Neuchâtel (investissement CAPEX initial)

**72 MCHF auxquels il faut soustraire le coût de construction pour les surfaces dédiées à Microcity SA et au parking souterrain.*

Événements sur le Campus

En 2023, le Campus de Neuchâtel a été le lieu d'accueil de **70 événements** internes et externes réunissant des personnalités scientifiques et régionales. Des conférences, des colloques et symposiums ont été organisés autour de thèmes spécifiques, réunissant différents acteurs de notre société pour discuter des défis et des opportunités dans des domaines variés tels que la santé, l'environnement et la technologie.

Parmi les événements marquants de l'année dernière figurent :

- La Fête des Voisins qui s'est déroulée le 3 novembre en collaboration avec nos partenaires de l'Université de Neuchâtel et Microcity SA et qui a permis des échanges fructueux entre les participant-es, tout en offrant la possibilité de découvrir les activités de chaque institution.

- Le SAMCE 2023 (Swiss Advanced Manufacturing Community Events) qui s'est tenu le 21 septembre et qui constitue une plateforme permettant de réunir et de mettre en relation des scientifiques de tout horizons, l'objectif étant de construire une communauté forte dans le domaine de la fabrication avancée en Suisse.

Ces événements enrichissent le milieu académique et culturel du Campus de Neuchâtel, favorisent les collaborations, les échanges d'idées et le réseautage entre les participant-es.

70 Événements



Communication et vulgarisation

La participation active de nos professeurs à la communication de nos avancées scientifiques s'est manifestée à travers des interviews percutantes et leur présence régulière dans des émissions et journaux suisses de renom. Leur expertise a été mise en lumière dans ces interactions médiatiques, offrant ainsi au public un aperçu des dernières découvertes et des tendances émergentes dans divers domaines de recherche.

Ces efforts non seulement renforcent notre réputation en tant qu'institution de premier plan mais aussi contribuent à stimuler la curiosité et l'intérêt du grand public pour la science et la recherche en Suisse.

En 2023, on dénombre des participations dans les médias suivants :

- 24 Heures
- ArctInfo
- Canal Alpha
- Handelszeitung
- Le Temps
- RTN
- RTS
- RTS la 1ère
- Photonics.com
- SRF
- Tribune de Genève



Promotion des sciences

Chaque année, l'EPFL organise sur ses différents Campus des cours et ateliers destinés aux enfants dans le but d'intéresser ceux-ci aux filières scientifiques et celles de l'ingénierie.

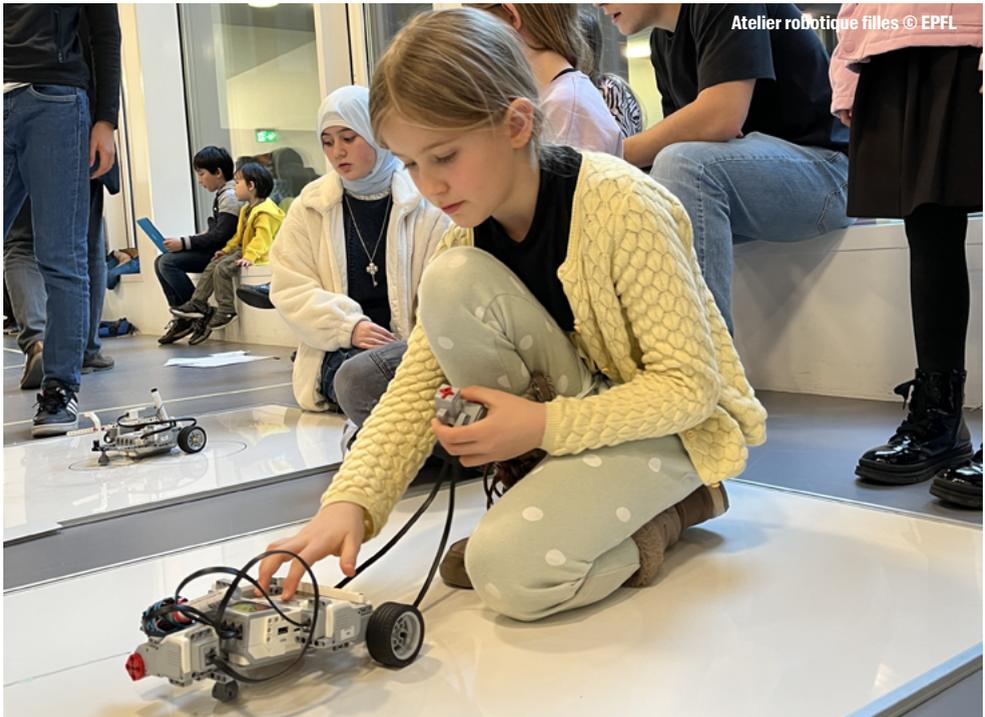
En 2023, le Service promotion des Sciences de l'EPFL en collaboration avec le Service de l'économie du Canton de Neuchâtel et de l'EPFL à Neuchâtel ont organisé le cours de robotique « Les robots c'est l'affaire des filles » et « Construire et programmer un robot ». Les entreprises Rollomatic, Ciposa, Mikron et IMA ont soutenu financièrement ces cours.

Durant tout un semestre (les samedis), les **48 participantes et participants âgés de 11 à 13 ans**

ont appris à concevoir, construire et programmer leur robot.

Pour les 9 à 11 ans, le Service de promotion des Sciences, dans les locaux de l'EPFL Neuchâtel, a proposé le cours «Internet & Code pour les filles». Ce sont 20 filles qui ont créé chacune leur site web et leur premier jeu graphique avec Scratch en 11 samedis.

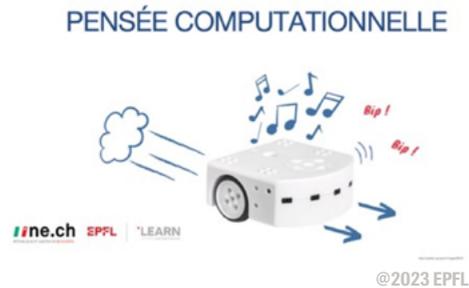
Les cours se sont clôturés avec une remise des attestations aux participantes et participants, preuve de leurs efforts et de leurs nouvelles compétences. L'occasion également pour le corps enseignant de les encourager à s'engager dans des formations scientifiques et techniques.



Pensée computationnelle en école obligatoire

A la demande du département de l'éducation du Canton de Neuchâtel, le centre LEARN de l'EPFL a proposé une formation sur l'intégration de la pensée computationnelle dans l'enseignement. La pensée computationnelle est citée dans les commentaires généraux du plan d'étude romand mais il était nécessaire de la conceptualiser de manière claire pour le corps enseignant ainsi que pour les élèves. Pour ce faire, le centre LEARN a collaboré avec M. Alberto Piatti (DFA-SUPSI, Tessin) et M. Engin Bumbacher (HEP Vaud) ainsi que l'équipe d'OISO du département de l'instruction de Neuchâtel. La présence de l'agent dans la démarche de résolution a défini le périmètre d'un problème computationnel. Il peut être virtuel ou physique mais dans tous les cas, il s'agira d'un élément autre que le concepteur de l'algorithme imaginé pour résoudre la tâche. Ceci apporte une grande plus-value pédagogique par les nécessaires décomposition, représentation et explicitation des différentes instructions à transmettre pour résoudre le problème.

Une fois le concept défini, le centre LEARN a cherché la manière la plus pertinente d'intégrer la pensée computationnelle dans une démarche didactique. Pour ce faire, la démarche s'est basée sur les travaux de Mme Morgane Chevalier et du modèle en six phases, le CCPS (Creative Computational Problem Solving Model).



Dans cette démarche, l'enseignant-e a été replacé au centre de la conception et la gestion du dispositif. En effet, l'enseignant-e va imposer aux élèves diverses phases de réflexion et de travail débranché notamment afin d'éviter que ces derniers ne s'adonnent qu'à la technique du tâtonnement ou « essai-erreur » qui, à terme, s'avère peu efficace voire même démotivante. Un autre aspect de ce travail a été l'importance de la formulation de la situation problème pour les élèves. En effet, celle-ci doit être suffisamment ouverte pour permettre la réflexion et la créativité mais également suffisamment claire pour assurer une bonne compréhension du groupe classe. Un document d'accompagnement a été créé pour le corps enseignant afin de les guider à visualiser les étapes et expliciter les attentes et les observables des élèves au cours d'activité développant la pensée computationnelle.

Perspectives 2024

L'année à venir s'annonce encore riche en nouveautés et nous nous réjouissons des perspectives d'expansion qui se présentent à nous en dépit de la situation budgétaire qui restera difficile.

Parmi nos priorités, nous allons poursuivre l'essor du Centre de Recherche en micro-fabrication (M2C) et mettre cette plateforme plus largement à disposition de nos partenaires académiques et industriels, offrant ainsi des possibilités de recherches et de développements afin de renforcer notre position de leader dans le domaine de la micro-fabrication.

Dans les prochaines semaines, l'EPFL va mettre au concours un nouveau poste de professeur avec pour objectif d'installer un laboratoire supplémentaire sur le Campus Associé de l'EPFL à Neuchâtel, si les espaces d'accueil le permettent. Un défi de taille consistera à trouver des locaux adaptés pour ce nouveau laboratoire, les espaces dévolus à l'EPFL dans le bâtiment Microcity étant aujourd'hui entièrement occupés par les 12 laboratoires et 2 centres déjà présents sur le Campus. Néanmoins, nous restons enthousiasmés par la perspective de faire encore grandir le Campus Associé de l'EPFL à Neuchâtel et de développer des nouveaux domaines de recherche importants pour l'industrie locale.

Parallèlement, nous sommes déterminés à approfondir nos relations avec le secteur privé et le programme Industry Affiliates Program (IAP) initié en 2022 jouera un rôle crucial dans cette démarche. Ce programme, déjà couronné de succès avec notre partenaire Melexis, continuera à générer des résultats exceptionnels en facilitant la collaboration entre le monde académique et industriel.

Finalement, nous allons poursuivre la promotion de l'organisation d'événements de notre personnel scientifique et de nos partenaires dans notre bâtiment, convaincus que nous participons ainsi aux échanges au sein du Pôle d'Innovation Microcity et à la vitalité de la recherche et de l'économie du Canton.

Ensemble, nous sommes prêts à relever les défis à venir et à saisir les opportunités qui se présenteront à nous dans notre volonté constante de développer le Campus Associé de l'EPFL à Neuchâtel.



EPFL

