

HE^{VD}
IG

Rapport annuel 2021

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE
ET DE GESTION
DU CANTON
DE VAUD

Hes-so

RAPPORT ANNUEL 2021

Éditorial	p. 1
Rétrospective	p. 5
Compétences	p. 15
La HEIG-VD en faits	p. 55
Données institutionnelles	p. 59

ÉDITORIAL

Mot de la Direction p. 2

Mot du Président du Conseil représentatif p. 3

Mesdames et Messieurs,
Chers partenaires,
Chers membres de la communauté de la HEIG-VD,

Nous avons le plaisir de vous inviter à découvrir le Rapport annuel 2021 de notre Haute École. Vous y trouverez quelques facettes des réalisations et de la vie de celles et ceux qui font la HEIG-VD.

Tout au long de cette année – comme au cours de la précédente –, les conditions sanitaires ont marqué les activités et leur déploiement. La HEIG-VD a poursuivi ses missions centrales que sont l'Enseignement et la Recherche, en s'adaptant aux évolutions de cette situation exceptionnelle.

L'engagement, la flexibilité et la détermination de toutes et tous ont permis de relever les défis et de concrétiser de beaux développements.

En matière d'Enseignement, vous découvrirez notamment l'introduction de la nouvelle « Attestation en compétences interculturelles », proposée aux étudiant-e-s en Économie d'entreprise. A ces mêmes étudiant-e-s est offerte, dorénavant, une Option de dernière année en « Management et systèmes de santé ».

En décembre, les titres de Bachelor ont été décernés aux étudiant-e-s ayant suivi la première volée de la filière en « Ingénierie et gestion industrielles ».

Concernant la Recherche appliquée et le Développement, au cours de 2021, les neuf instituts se sont attachés tout particulièrement à apporter un soutien au tissu économique local par des contributions innovantes et concrètes à des entreprises impactées par la pandémie. La partie de ce Rapport annuel intitulée « Cinq compétences de la HEIG-VD », vous en donne quelques reflets significatifs.

Parmi les activités de Recherche, nous relevons la réalisation des douze projets visant à soutenir le tissu socio-économique, et en particulier les entreprises ou institutions vaudoises dont l'activité a été affectée de manière importante et durable par la crise sanitaire. Ces douze projets, sélectionnés par un jury, sont issus d'un appel à projets Spécifique COVID-19 lancé par la Haute École à ses collaboratrices et collaborateurs actifs dans la Recherche.

Sur le plan de la vie de l'institution, 2021 a permis à la HEIG-VD de déployer sa nouvelle identité visuelle et d'activer sa transformation digitale. Ce fut également l'occasion de créer le poste



de responsable de la promotion de la Haute École et de ses filières; ce poste, confié à Marie Jobin, est notamment en charge du recrutement des étudiant-e-s. Le Service Communication & vie du Campus est désormais occupé par Sarah Turin. La nouvelle cheffe de service a pris ses fonctions le 1^{er} mai.

Quant à l'équipe de Direction, elle a vu la désignation, par le Conseil d'État, d'Ana Nogareda en qualité de Directrice adjointe en charge des affaires académiques.

2021 a été marquée par une exigence particulière d'adaptation et d'ajustements continuels en réponse au contexte de pandémie.

Nous saluons l'engagement sans cesse renouvelé de chacune et chacun, ainsi que le souci affirmé de maintenir la qualité des prestations et des relations, tant avec les étudiant-e-s, qu'avec tous nos partenaires. Nous exprimons à toutes et tous notre profonde gratitude.

Il est temps, chère lectrice, cher lecteur, de vous inviter à visiter textes et vidéos, à vous laisser surprendre, à vous immerger au sein de la HEIG-VD, et à aller à la rencontre de ses acteurs, de leurs passions et de leurs réalisations.

Catherine Hirsch
Directrice générale de la HEIG-VD

Suite aux élections qui ont été organisées au printemps 2021, cette année a été synonyme de renouveau pour le Conseil représentatif.

Étant donné que beaucoup de membres du Conseil arrivaient au terme de leur mandat, il y a eu des changements, et de nouvelles commissions qui se sont mises en place. Les personnes ayant déjà réalisé un mandat au sein du Conseil ont aidé à faire la transition.

Le Conseil représentatif a créé une nouvelle commission digitalisation pour accompagner, aider, et suggérer des éléments dans ce domaine à la Direction de la Haute École.

La commission enseignement souhaitait avoir un retour sur la vie de la HEIG-VD durant la pandémie. Finalement, c'est la Direction qui a mis en place une démarche participative pour analyser l'expérience de ces deux dernières années partiellement à distance.

La commission campus réfléchit à revitaliser la vie de la HEIG-VD, notamment après ces deux années difficiles, surtout pour les étudiant-e-s. Parmi différentes idées, la commission aimerait mettre sur pied des joutes sportives qui permettraient aux étudiant-e-s et au personnel de se retrouver.

Le Conseil représentatif a également pris la décision de communiquer sous ce nom plutôt que sous l'acronyme CoRe utilisé jusqu'alors. Cette nouvelle appellation a l'avantage d'être plus identifiable et compréhensible.



En tant que président, je ne suis qu'une personne parmi les 40 qui composent le Conseil mon rôle est d'essayer de fédérer les commissions et faire en sorte que tout le monde avance correctement. J'essaie par ailleurs de garantir la communication entre la Direction et le Bureau, composé de 8 personnes.

Le Conseil représentatif a rendez-vous avec la Direction à intervalles réguliers, tous les deux mois, pour discuter de différents sujets. Ces rendez-vous sont l'occasion pour le Conseil représentatif de faire des suggestions, sur la base de ce qui a été discuté en commission ou au Bureau.

Voilà le bilan de cette année 2021. Nous nous réjouissons de continuer nos travaux avec ces commissions qui vont prendre possession de leur rôle en continuant de proposer des améliorations et des bonnes idées.

Yann Thoma
Professeur, Président du Conseil représentatif



RÉTROSPECTIVE

Les Négociales : une 3e édition en ligne	p. 6
Portes Ouvertes 2021 en ligne	p. 6
Numerik Games Festival : l'édition 2020 s'est déployée au printemps 2021	p. 6
Conférence « Éclairages sur des parcours de femmes en ingénierie et en économie à la HEIG-VD »	p. 7
Célébrons nos talents Lancement des programmes le 14 avril	p. 7
Hack-ton-Sport 2021	p. 8
Prix Suisse de l'Éthique 2021	p. 8
DigitalLabor on tour 2021	p. 9
Projet Swiss Solar Boat	p. 9
Design Thinking and Sprint EXPLORIT	P. 10
Numerik Games Festival 2021	p. 10
Talk Genuine Women le 30 septembre	p. 11
Conférence du Prix Suisse de l'Éthique	p. 11
5 ans d'Innovation by Design Challenge et participation de Marc Stevanin	p. 12
Initiation au « Ethical Hacking »	p. 12
Cérémonie de remise des titres de Bachelor	p. 13
Game Innovation Challenge	P. 13
Conférence « Activité Physique – Innovation – Santé »	p. 13

FÉVRIER



**Les Négociales :
une 3^e édition en ligne**

Organisé par le Département Haute École de Gestion (HEG) de la HEIG-VD, le concours Les Négociales s'est réinventé cette année pour répondre aux contraintes sanitaires, mais surtout pour se projeter à l'ère du digital. L'accent a ainsi été mis sur la capacité des étudiant-e-s à négocier en *live* à travers des plateformes numériques. Trois étudiant-e-s ont été sélectionné-e-s pour se rendre à la finale en France en mai 2021.

Numerik Games Festival : l'édition 2020 s'est déployée au printemps 2021

Du 5 au 7 mars, l'édition 2020 du Numerik Games Festival, dont l'UNIL et la HEIG-VD sont coproductrices, s'est déployé en sept événements thématiques. Destinés à être découverts en ligne, ils avaient pour objectif, dans ce nouveau format, de permettre aux contenus culturels de l'édition précédente de vivre malgré les circonstances sanitaires. Les différents rendez-vous du Festival ont gravité autour de l'écrivain-culte de science-fiction Alain Damasio.

Conférence « Éclairages sur des parcours de femmes en ingénierie et en économie à la HEIG-VD »

À l'occasion de la Journée internationale des droits des femmes le 8 mars, la HEIG-VD a organisé une visio-conférence. Cinq oratrices issues des cinq départements de la Haute École ont partagé leurs expériences sur les parcours qui les ont menées à la HEIG-VD dans les domaines de l'ingénierie ou de l'économie.

Parmi elles : Laura Vinckenbosch, responsable de filière, professeure en mathématiques (dép. HEG); Michela Thiémard-Spada, maître d'enseignement en mathématiques (dép. EC+G); Océane Patiny, étudiante dans la filière Microtechnique (dép. TIN); Yazaman Izadmehr, assistante doctorante (dép. TIC) et Cécile Bucher, professeure en Media design & creative technologies (dép. COMEM+).

Portes Ouvertes 2021 en ligne

Les Portes Ouvertes de la HEIG-VD se sont déroulées en ligne le 19 mars. Pour l'occasion, un site dédié à l'événement a été développé. Plusieurs présentations en *live* de chaque filière d'étude ont été diffusées sur la plateforme.

**Célébrons nos talents –
Lancement des programmes
le 14 avril**

Cet événement a permis de présenter et de célébrer le succès de start-up issues de la HEIG-VD, ainsi que de présenter les nouveaux outils de soutien à l'entrepreneuriat mis en place par la Haute École.

Ce fut également l'occasion de remercier officiellement M. Stefano Ventura, professeur honoraire, pour son engagement et ses apports à la Haute École en matière d'entre-

MARS

AVRIL

neuriat.
Hack-ton-Sport 2021

Du 26 au 28 avril, l'événement Hack-ton-Sport s'est tenu en ligne. Les défis de Hack-ton-Sport concernent la transformation numérique appliquée au sport: les nouvelles applications, les sites ou services web originaux, les dispositifs sportifs innovants et les plateformes informatiques pour repenser l'écosys-

MAI

tème sportif.

Prix Suisse de l'Éthique 2021

Le 25 mai, le jury de professionnel-le-s issu-e-s des milieux privés et associatifs, présidé pour la première fois par Monsieur François Pugliese, membre du Conseil professionnel de la HEIG-VD et entrepreneur, a décerné trois prix. L'entreprise Choba Choba, l'association Bioterra et la coopérative SucréSalé ont été récompensées par le Prix du Jury. Le Prix « Coup de cœur » a été attribué à l'unanimité par le jury d'étu-



JUIN



diant-e-s au projet « Gartenkind » de l'association Bioterra.

DigitalLabor on tour 2021

Les 4 et 5 juin, la HEIG-VD a pris part à la 6^e étape du DigitalLab à Yverdon-les-Bains. La Professeure Silna Borter est intervenue en y abordant les défis liés à la communication numérique dans les PME. Jean-Marc Seydoux, Professeur, doyen, chef du dép. COMEM+, s'est quant à lui exprimé durant « La soirée des visionnaires: Yverdon-les-Bains 2030 – Capitale du transfert des

Projet Swiss Solar Boat

Le projet Swiss Solar Boat, développé par des étudiant-e-s en ingénierie de l'EPFL et de la HEIG-VD, a décroché la deuxième place en catégorie solaire lors de l'édition 2021 du Monaco Solar & Energy Boat Challenge, qui a eu lieu du 6 au 10 juillet. Pour sa première participation, l'équipe a également remporté le Prix de l'éco-conception.



JUILLET

AOÛT

technologies ou Capitale de la culture digitale? ».

Design Thinking and Sprint à EXPLORiT, du 8 au 10 septembre

Durant trois jours riches en interactions, créativité et défis, 125 étudiant-e-s de la filière Informatique et Systèmes de Communication (ISC) de la HEIG-VD se sont retrouvé-e-s à l'espace de *coworking* BeamMeUp pour pratiquer la pensée créative afin de résoudre



SEPTEMBRE

sept défis soumis par EXPLORiT.
Numerik Games Festival 2021

Placé sous la thématique du cirque, le Numerik Games Festival s'est tenu du 27 au 29 août au centre-ville d'Yverdon-les-Bains. Partenaire du Festival, la HEIG-VD y a proposé divers ateliers ouverts au jeune public et aux familles, pour une plongée passionnante et ludique dans l'univers

de la technologie et des sciences.

Talk Genuine Women le 30 septembre

Pour la première fois, Nathalie Nyffeler, professeure, responsable Innovation & Entrepreneuriat à la HEIG-VD et Magali Yaël Pfister, membre du réseau Genuine Women, se sont associées afin de proposer une soirée inédite dans le Nord Vaudois, le 30 septembre, en partenariat avec le Grand Hôtel des Bains. Cette soirée TALKS a mis en avant le parcours de six femmes inspirantes qui ont *pitché* et partagé leur récit entrepreneurial sur la thématique « Comment



OCTOBRE



oser se (re)lancer? ».

Conférence du Prix Suisse de l'Éthique

Le 5 octobre, le producteur de chocolat « ChobaChoba », lauréat du Prix Suisse de l'Éthique 2021, a donné une conférence sur le modèle d'affaires innovant et éthique de l'entreprise, dotée d'une gouvernance permettant aux productrices et producteurs de cacao de participer à la prise de décision et au

NOVEMBRE

succès économique de la société.
5 ans d'Innovation by Design Challenge et participation de Marc Stevanin

Innovation by Design Challenge, un concours lancé par l'École cantonale d'art de Lausanne (ECAL), la Ville de Renens, l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Innovaud, la HEIG-VD et Les Ateliers de Renens, a fêté cette année ses 5 ans d'existence. Les résultats du Challenge ont été présentés au public lors de la semaine mondiale de l'entrepreneuriat le mercredi 10 novembre à l'ECAL.

C'est la start-up Limula, active dans développement de traitements anticancéreux, qui a décroché le Prix du Jury (CHF 8'000.-). Marc Stevanin, lauréat de la bourse Grant HEIG-VD, a participé à cette édition avec son projet de véhicule autonome pour le



traitement de la vigne, Vineatrac.
Initiation au « Ethical Hacking »

Dans le cadre de la 5^e édition de la Digital Day, le pôle de compétences Y-Security de la HEIG-VD, actif dans le domaine de la sécurité informatique depuis plus de 20 ans, a lancé une plateforme web permettant à tout un chacun de démystifier le monde du *Ethical Hacking*.

Après le succès de la première édition « Shana » en 2020, une nouvelle édition a été développée sur le thème de l'arme galactique.

Ouvert du 1^{er} novembre au 31 janvier 2022, ce concours a permis aux participant-e-s de se plonger de manière ludique dans l'univers de la sécurité informatique, de se sensibiliser et de découvrir certaines techniques d'attaque utilisées.

DÉCEMBRE

Cérémonie de remise des titres de Bachelor

La cérémonie de remise des titres de Bachelor 2021 a eu lieu les 9 et 10 décembre, à la salle La Marive à Yverdon-les-Bains, en présence de Madame la Conseillère d'État Cesla Amarelle.

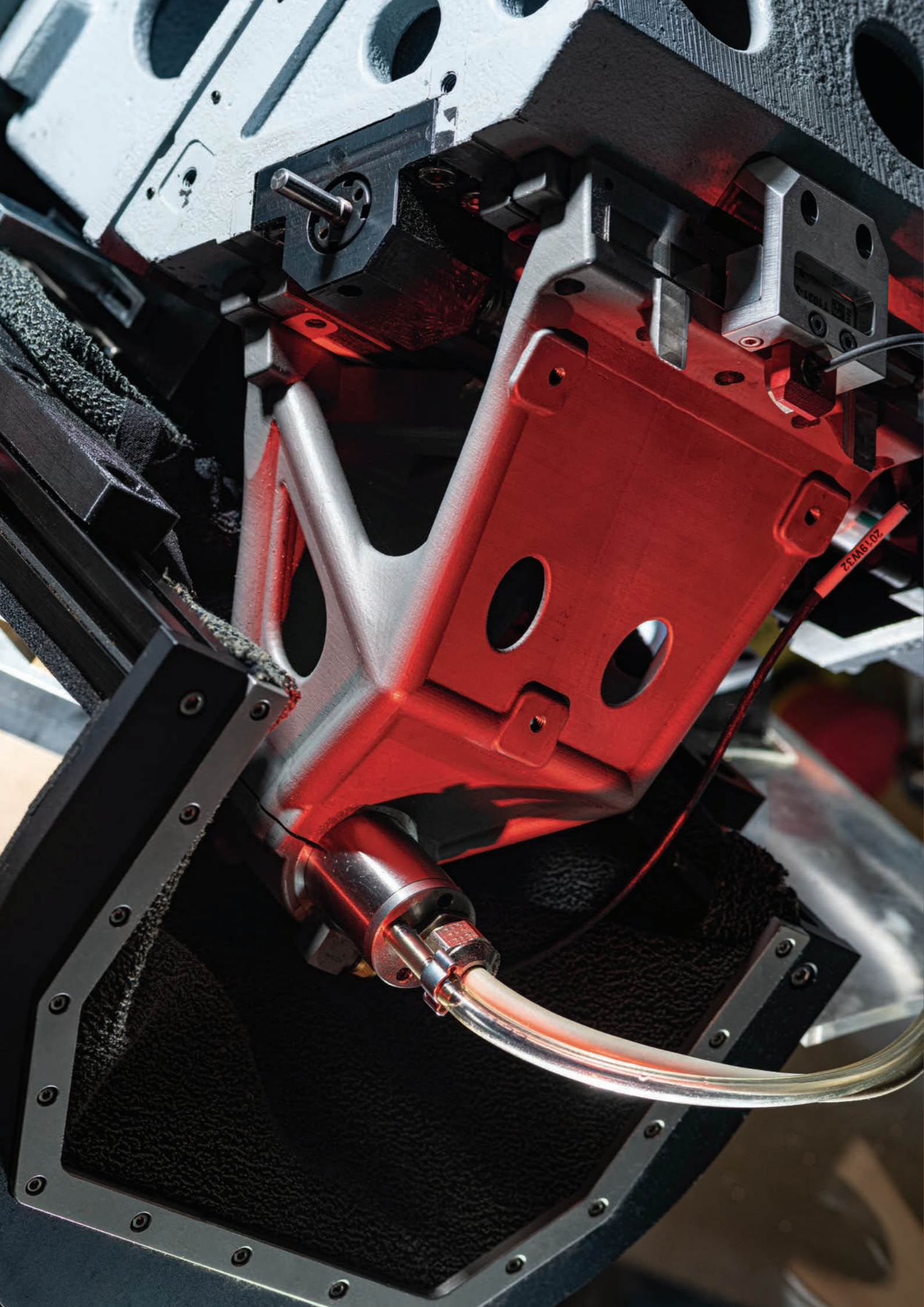
Game Innovation Challenge

Lancé par des étudiant-e-s du cours International Innovation Management (dép. HEG) et le Professeur Vincenzo Pallotta, le concours Game Innovation Challenge a offert l'opportunité à des entreprises ou start-up dans le secteur du *gaming* de gagner une étude de marché dans la Silicon Valley à San Francisco.

Conférence « Activité Physique – Innovation – Santé »

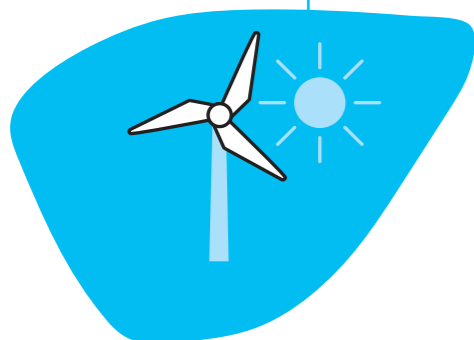
À l'occasion de cette 4^e édition, des expert-e-s ont débattu de la question « Living Lab Santé durable? », ou comment prendre en considération les citoyen-ne-s, habitant-e-s, usagers et usagères au cœur du processus de recherche et d'innovation afin de leur permettre d'atteindre un état de bien-être physique, mental et social et de le maintenir tout au long de la vie. Comme chaque année, la conférence a été organisée par le Service des sports et de l'activité physique de la Ville d'Yverdon-les-Bains et la HEIG-VD.





COMPÉTENCES

Énergie	p. 16
Territoire & mobilité	p. 20
Numérique	p. 27
Production industrielle & modèles d'affaires	p. 37
Santé & société	p. 43



Recherche appliquée & Développement

Énergies vertes et chauffage

En 2020, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a lancé un programme d'encouragement à la recherche intitulé *Swiss Energy Research for the Energy Transition (SWEET)*. Celui-ci se décline en quatre défis, et la HEIG-VD s'est notamment attelée au troisième, portant sur les systèmes de chauffage et de refroidissement durable. Avec le consortium DECARB-CH, elle a obtenu un financement de l'OFEN.

Dans le cadre de ce premier appel à projets *SWEET*, l'Institut de Génie Thermique (IGT) et le Pôle Énergies de la HEIG-VD s'impliquent dans le développement de modèles d'intégration du solaire thermique dans les réseaux de chauffage à distance et dans leur validation au moyen de cas-tests réels. Les chercheurs et chercheurs évaluent notamment le potentiel de cette nouvelle manière de recourir aux énergies renouvelables.

Par ailleurs, les compétences de l'IGT en matière d'analyse et d'optimisation énergétique des procédés industriels sont associées à celles d'autres partenaires du consortium DECARB-CH pour améliorer le potentiel des systèmes de conversion et de revalorisation des énergies renouvelables. L'optimisation de la récupération de chaleur, dans plusieurs secteurs industriels, est évaluée en parallèle.

Deux autres appels à projets *SWEET* ont été lancés en 2021 et dont un au sujet de la résilience des infrastructures énergétiques suisses. La HEIG-VD, par le biais de ses instituts de recherche et du Pôle Énergies, a rejoint d'autres institutions pour répondre à cet appel, se focalisant cette fois-ci sur les réseaux énergétiques et leurs évolutions futures.

Contact:
Massimiliano Capezzali
Professeur, Dép. des Technologies Industrielles (TIN)



L'innovation au service de la transition énergétique

La HEIG-VD intègre le nouveau *NTN Innovation Booster Energy Lab*, une entité interinstitutionnelle soutenue par Innosuisse, dont l'objectif est d'encourager l'innovation suisse dans le domaine de l'énergie.

Les *NTN Innovation Boosters* sont les nouveaux instruments Innosuisse d'encouragement aux projets innovants. Tissant des liens entre les mondes de la recherche, de l'industrie et la société civile, ces programmes de recherche favorisent l'innovation « ouverte » : se mettre ensemble pour développer, expérimenter et concrétiser de nouvelles idées.

l'Energy Lab, l'un des douze premiers *NTN Innovation Boosters*, est soutenu par Innosuisse à hauteur de CHF 1,5 million pour la période 2021-2024. Composé de plus de 200 partenaires et institutions de recherche suisses, sa mission est de promouvoir les innovations dans le domaine énergétique grâce à des collaborations interdisciplinaires et de stimuler ainsi la transition énergétique.

Sara Eicher, membre du groupe Énergétique du bâtiment et solaire thermique de la HEIG-VD, s'implique activement dans *l'Energy Lab*. Elle coordonne le *Pitch Jury* (équipe d'évaluation des idées) et l'*Advisory Board*, tout en se chargeant de l'acquisition de défis, de l'expansion du réseau et de la gestion des contacts avec les différents membres du consortium. Les Profs Stéphane Citherlet, du Département des Technologies Industrielles (TIN), et Massimiliano Capezzali, du Pôle Énergies, ont par ailleurs participé au *Pitch Jury* de 2021.

Contact:
Sara Eicher
Chargée de Ra&D,
Dép. des Technologies Industrielles (TIN)

Prise : un système d'alimentation pour générateur d'impulsions répétitives à haute tension

En 2021, le domaine Ingénierie et Architecture de la HES-SO a lancé un appel à projets extraordinaire « Après COVID-19 » doté de CHF 1,65 million pour soutenir 33 projets concrets en collaboration avec des entreprises. Parmi les 6 projets de recherche développés par la HEIG-VD figure un générateur d'impulsions répétitives à haute tension, mis au point par l'Institut d'Énergie et Systèmes Électriques (IESE), en collaboration avec Montena technology SA.

Après de longues années de recherche, les procédés de traitement au champ électrique pulsé arrivent aujourd'hui à maturité. Ils sont utilisés dans de nombreux domaines, comme la médecine et l'oncologie (cancer de la peau, du foie, du pancréas, etc.), la biologie (thérapie génique, chocs thermiques sur protéines, etc.), l'alimentation (décontamination, etc.) ainsi que la dépollution.

Pour fonctionner et être produits à l'échelle industrielle, les générateurs d'impulsions électriques répétitives à haute tension doivent être intégrés à une alimentation électrique de puissance pulsée à haute tension. En effet, ils doivent être capables de générer des impulsions électriques allant jusqu'à plusieurs dizaines de kilovolts chaque milliseconde. Or, un tel système d'alimentation n'existe actuellement pas sur le marché.

Une équipe de recherche de la HEIG-VD collabore avec l'entreprise fribourgeoise Montena technology SA, spécialisée dans les systèmes électromagnétiques, pour combler cette lacune. Ce développement offre l'opportunité de se positionner sur le marché en pleine expansion des générateurs d'impulsions répétitives. Sa réalisation représente toutefois des défis liés à la combinaison haute tension-haute puissance, au fonctionnement d'un régime impulsif rapide ainsi qu'au rendement.

La HEIG-VD a été en mesure d'intégrer un prototype fonctionnel de système d'alimentation aux générateurs d'impulsions répétitives de Montena technology SA pour une tension de plusieurs dizaines de kilovolts.

Les excellents résultats de ce premier prototype ont amené à monter un nouveau projet financé par Innosuisse, qui a commencé en Janvier 2022. Le défi est désormais d'obtenir des impulsions de tension et une puissance moyenne sur la charge 5 à 6 fois plus élevées

Contact:
Mauro Carpita
Professeur, Dép. des Technologies Industrielles (TIN)

ÉNERGIE

Augmenter la circularité du marché de la construction grâce à un nouveau matériau écologique

Dans le cadre du projet EcoAbri, des chercheuses et chercheurs de l'Institut d'ingénierie du territoire (INSIT) ont réalisé un test à grande échelle de structures porteuses en *shot-earth*. Ce nouveau matériau de construction écologique, que l'on peut traduire par « terre projetée » en français, se compose d'un fort pourcentage de terre d'excavation, qui constitue le déchet de la construction le plus répandu.

EcoAbri a permis de montrer que le comportement mécanique de la *shot-earth* est comparable à celui de béton. Toutefois, la *shot-earth* permet de réduire l'impact écologique de 50 à 100% (en kg d'équivalent CO₂) par rapport au béton. Ce taux varie en fonction de l'application et des caractéristiques de la terre d'excavation.

« Le projet EcoAbri a démontré que la *shot-earth* est un matériau de construction écologique, durable et rentable. »

Contact :

Marco Viviani
Professeur, Dép Environnement Construit
et de Géoinformation (EC+G)



Une deuxième vie pour les batteries usagées de véhicules électriques

L'entreprise Aurora's Grid a développé le logiciel EMMA de gestion de l'énergie, qui tient compte du vieillissement des batteries Li-ion. Ce logiciel peut être déployé sur des installations couplées à une source d'énergie renouvelable, comme des centrales photovoltaïques, des éoliennes ou des centrales hydroélectriques, et permet de maximiser l'autoconsommation tout en réduisant le vieillissement des batteries. Par ailleurs, il pourrait aussi permettre de réutiliser les batteries Li-ion usagées de véhicules électriques dans des systèmes de stockage d'énergie moins exigeants, tels que les micro-réseaux électriques.

L'objectif principal du projet II-grid a été de valider de façon expérimentale le bénéfice du logiciel EMMA pour former un micro-réseau en îlot en recourant à un service de *grid-forming*. Ce micro-réseau a été réalisé en couplant des batteries de deuxième vie à un convertisseur électronique de puissance. La modalité *grid-forming* permet au convertisseur de puissance d'imposer une tension et par conséquent de régler ou de participer au réglage de la fréquence du réseau.

Contact :

Mauro Carpita
Professeur, directeur de l'Institut d'Énergie et Systèmes
électriques (IESE), Dép. des Technologies Industrielles
(TIN)

Mokhtar Bozorg

Professeur, Dép. des Technologies Industrielles (TIN)

Une boussole pour faciliter l'action politique durable des communes

Intégré au Panorama et Observatoire de l'Agenda 2030, le projet de « boussole ODD » accompagne les communes dans le développement, le déploiement et la cohérence de leurs bonnes pratiques durables.

Le projet s'organise autour de deux axes :

- Le développement de la boussole ODD, un outil de pilotage pratique, efficace et rapide pour intégrer les objectifs de développement durable (ODD) de l'Agenda 2030 dans la gestion communale ;
- L'établissement d'un monitoring à partir de cette boussole pour évaluer la durabilité de la gestion communale, permettre un benchmark et élaborer le Panorama national de l'état d'avancement de la mise en œuvre de l'Agenda 2030.

La boussole OFDD est développée en étroite collaboration avec vingt communes partenaires romandes et alémaniques. Celles-ci permettent de vérifier que l'outil mis en place corresponde à leurs besoins et

à leur réalité, la boussole se basant sur les tâches et les processus des communes. Ainsi, pour ancrer la durabilité au cœur de la gestion communale, les exigences des ODD sont déclinées dans les processus communaux.

Ce projet national de recherche appliquée d'une durée de trois ans (2020-2022) est porté par deux Hautes Écoles, vingt communes partenaires et trois partenaires de mise en œuvre. Il est soutenu par Innosuisse. La diffusion de l'outil est prévue dans les pays voisins.

Contact :

Gerhard Schneider
Professeur, Dép. Haute École de Gestion (HEG)

COMPÉTENCES

TERRITOIRE & MOBILITÉ

Formation de base

Académie d'été de la construction

Le Centre de rationalisation pour la construction (CRB) s'est associé au Département Environnement Construit & Géoinformation (EC+G) de la HEIG-VD pour la mise en place d'une « Académie d'été de la construction Suisse romande ». Cette formation, ouverte tant aux professionnel-le-s qu'aux étudiant-e-s des HES, a été l'occasion de s'initier aux bases pratiques de la gestion de projets et de se confronter aux défis quotidiens du monde de la construction.

Catalogue des articles normalisés (CAN)

Durant cette semaine de cours, les participant-e-s ont bénéficié d'une introduction au CAN, répertoire de références pour élaborer des descriptions de prestations d'un projet de construction (soumissions).

Building information modeling (BIM)

Les étudiant-e-s se sont par ailleurs familiarisé-e-s au BIM. Ponctuée par des interventions de professionnel-le-s de la pratique de logiciels et de la visite de chantiers utilisant ces méthodes, cette formation a aussi été l'occasion d'aborder la certification *BuildingSMART*, reconnue dans le monde entier pour l'évaluation et la comparaison des connaissances et compétences dans le BIM.

Contact:

Bertrand Cannelle
Professeur, responsable de la filière Géomatique, Dép. Environnement Construit & Géoinformation (EC+G)

Recherche appliquée & Développement

Mesures de haute précision pour un futur collisionneur circulaire au CERN

L'équipe de géomatique de la HEIG-VD participe aux études géodésiques préalables du projet de construction du futur collisionneur de particule circulaire au CERN.

Selon l'une des recommandations de la mise à jour 2020 de la stratégie européenne pour la physique des particules, l'Union européenne, avec ses partenaires internationaux, doit étudier la faisabilité d'un futur collisionneur circulaire (FCC) au CERN. Une étude a donc été lancée dans le but de démontrer la viabilité technique et financière d'une telle installation au CERN. La détermination de bases géodésiques de hautes qualités est une condition préalable indispensable à la construction du futur tunnel, puis à l'alignement de haute précision des éléments de l'accélérateur.



Précision millimétrique

Le FCC, dont la circonférence (100 km) sera trois fois supérieure à celle du grand collisionneur de hadrons (LHC), couvrira une zone dix fois plus large que celle des machines précédentes. Pour réaliser ce défi technique, il est indispensable d'être capable de diriger les machines et de positionner les éléments du futur accélérateur avec une précision millimétrique. Ceci nécessite, d'une part, la définition ainsi que la réalisation rigoureuse de systèmes de coordonnées tridimensionnelles à large échelle. Et, d'autre part, la détermination précise de la géométrie du champ de gravité dans la zone que couvrira le FCC. Une détermination essentielle puisque la plupart des instruments de mesure de positionnement se réfèrent intimement à la gravité locale.

Aujourd'hui, dans la région du CERN, des modèles du champ de gravité existent et sont déterminés par les services nationaux de géodésie de Suisse (swisstopo) et de France (IGN). Ces modèles se basent sur différentes observables du champ de gravité, de qualités et d'homogénéités inégales. Ces modèles diffèrent de façon significative et ne conviennent pas aux spécifications nécessaires pour le projet FCC.

Une vaste collaboration

Le CERN a donc mis en place le groupe de travail formé de membres de l'École polytechnique fédérale de Zurich (ETH), de l'Office fédérale de topographie swisstopo ainsi que de l'équipe de géomatique de l'Institut d'ingénierie du Territoire (insit) pour analyser les données et les champs de gravité existants en vue de la détermination d'un nouveau champ de gravité adapté aux besoins du futur FCC. Une première étape significative a été réalisée en 2021, avec la mesure inédite d'un profil astro-gravimétrique et de GNSS-nivellement très dense, indispensable pour réaliser une évaluation indépendante des données existantes. La HEIG-VD a participé, avec swisstopo, à la mise en service et à l'amélioration de la caméra zénithal initialement développée à l'ETH, ainsi qu'à la campagne de mesure de GNSS-nivellement de haute précision. Les prochaines étapes consistent à analyser en détails les données de cette campagne de mesure

ainsi qu'à élaborer une stratégie efficace pour améliorer le champ de gravité sur l'ensemble de la région du FCC.

L'étude de faisabilité ne se limite bien sûr pas aux études géodésiques. Plus de 140 universités et instituts de recherche de 34 pays participent à d'autres études de faisabilité. Ces dernières se portent sur des aspects notamment liés à la géologie, la technologie, l'environnement, l'ingénierie, la politique et l'économie. Si les résultats de l'étude de faisabilité du FCC sont concluants et si le projet est approuvé par les États membres du CERN, les travaux de génie civil pourraient commencer au début de la décennie 2030.

Contact:

Sébastien Guillaume
Professeur, Dép. Environnement Construit & Géoinformation (EC+G)

Une app collaborative pour relever les obstacles dans la ville

Les déplacements à pied ne devraient pas être entravés par des obstacles et ce indépendamment de l'âge des personnes. Le projet modos propose une solution pour favoriser la mobilité piétonne des seniors en s'appuyant sur des outils numériques.

Potentiel d'amélioration pour les déplacements à pied

L'âge moyen des personnes ressentant une gêne à se déplacer à pied est de 69 ans. Dénivelés, dévers, trous, obstacles, absence de bancs pour se reposer et éclairage insuffisant sont les principaux freins à la pratique de la marche, mode de déplacement largement prédominant dès 70 ans et essentiel au maintien en santé des seniors vivant à domicile.

Or, force est de constater que l'environnement urbain n'est pas toujours idéalement conçu pour favoriser la marche. Selon une récente étude sur la « marchabilité », ou capacité d'un milieu à faciliter les déplacements, et la santé, le potentiel d'amélioration en Suisse est encore important.

Le projet modos propose une solution pour favoriser la mobilité piétonne des seniors en s'appuyant sur des outils numériques. Dans un premier temps, ces derniers permettent de collecter et de représenter sur une carte interactive les entraves d'un réseau piétonnier déterminé. Dans un second temps, ils sont utilisés pour calculer des itinéraires personnalisés en fonction du profil de mobilité d'une utilisatrice ou d'un utilisateur donné-e, en tenant compte des entraves. Autrement dit, il s'agit d'un outil de navigation proposant des itinéraires alternatifs, en attendant que des entraves soient résolues.

COMPÉTENCES

Projet participatif

Outre les aspects technologiques (cartographie numérique, calcul d'itinéraire, apprentissage automatique, etc.), ce projet privilégie une approche centrée sur la piétonne ou le piéton. Il se base sur les expériences de mobilité des membres du Conseil des seniors de la ville d'Yverdon-les-Bains, terrain d'étude du projet. Des citoyen-ne-s se sont par ailleurs aussi impliqué-e-s pour géolocaliser les entraves à la mobilité. Si cette solution se veut au bénéfice direct des personnes se déplaçant à pied, le projet peut également intéresser les communes souhaitant mettre en place des démarches participatives. Le projet se développe dans ce sens, impliquant plusieurs communes vaudoises.

Contact:

Olivier Ertz
Professeur, responsable de la filière Ingénierie des médias, Dép. Communication, Engineering, Management (COMEM+)



Des images satellites pour vérifier les engagements «zéro déforestation» au Viêt Nam

Le projet Coffee Vision, dans lequel est engagée la HEIG-VD, met l'Intelligence Artificielle au service de la lutte contre la déforestation. En créant des modèles d'analyse des images satellites pour identifier la nature des cultures, chercheuses et chercheurs de la Haute École apportent des solutions pour vérifier les engagements des États et des entreprises pour protéger les forêts. Un enjeu crucial alors que le taux global de déforestation augmente d'année en année.

Comment vérifier les engagements des États et des entreprises ?

Lors de la 9^e Conférence des parties de la Convention sur la diversité biologique (CDB COP9), qui s'est tenue en mai 2008 à Bonn, les délégué-e-s de 67 pays se sont engagé-e-s à soutenir l'appel du WWF en faveur d'une déforestation zéro à l'horizon 2020. Depuis, de nombreuses entreprises ont pris des engagements ambitieux en matière de conservation des forêts. Des solutions pour aider les entreprises à respecter leurs engagements «zéro déforestation» doivent être développées. Il existe déjà des cartes indiquant l'utilisation du sol. Il n'existe toutefois pas de systèmes permettant la détection des petits systèmes agroforestiers comme ceux des cultivatrices et cultivateurs du café au Viêt Nam. Or, le café est particulièrement difficile à détecter en raison de l'hétérogénéité de ses modes de culture et de la présence d'une canopée d'arbres d'ombrage qui obstrue les données satellitaires.

Coffee Vision : exploiter les images satellites avec l'apprentissage automatique

Le projet Coffee Vision, mené dans le cadre d'un partenariat entre l'Université de Copenhague, l'Alliance Bioversity International et le Centre International d'Agriculture Tropicale (CIAT) vise à développer un outil de suivi intelligent pour soutenir la certification de parcelles de café durables au Viêt Nam. La HEIG-VD, grâce au financement de la HES-SO dans le cadre du programme Entrepreneuriat & Technologies Appropriées, a pu se joindre à cet effort et y contribuer avec la création de modèles à base de techniques issues de l'Intelligence Artificielle pour analyser des images satellites et identifier les parcelles de café jusqu'au niveau des petit-e-s exploitant-e-s. Ces données sont superposées à un historique détaillé de la déforestation afin d'identifier la déforestation liée au café. Les projections climatiques seront utilisées pour mettre en évidence les forêts qui risquent d'être converties en cultures de café à l'avenir.

Repérer et comprendre l'évolution des cultures

Pour construire des modèles capables de repérer ces cultures, chercheuses et chercheurs ont commencé par utiliser les images Sentinel-2, fournies gratuitement par l'Agence spatiale européenne. Ces images offrent une résolution de 10 m, mais ne sont disponibles que depuis mi-2015, date du lancement de ce satellite. Ils ont ensuite procédé à l'utilisation des images Landsat-8 de la NASA, car même si elles possèdent une résolution plus faible (30 m), le satellite correspondant a été lancé en 2013, ce qui permet d'analyser l'utilisation du sol pendant au moins 7 ans. La plateforme Google Earth Engine est employée pour recueillir et prétraiter les images avant de les télécharger sur les serveurs de calcul. Pour entraîner les modèles, de très importantes quantités d'images annotées de parcelles de café et de forêts, mais aussi d'autres utilisations du sol similaires ont été utilisées.

Des résultats très encourageants

Les meilleurs modèles obtenus sont capables de détecter les cultures de café avec une précision (pourcentage de prédictions correctes) de 73% et les forêts avec une précision de 84%. En ce qui concerne la détection de la déforestation dans le temps, les meilleurs modèles peuvent détecter les parcelles de café en 2021 avec une précision de 77% et les forêts avec une précision de 76%. En outre, ils peuvent reconstituer les parcelles de café et les forêts de 2014 avec une précision de 66% et 74% respectivement.

Et la suite ?

Les fonctionnalités de *Coffee Vision* devraient permettre de réduire les coûts d'enregistrement des nouvelles exploitations certifiées, de la vérification de la déforestation et de la présence d'arbres d'ombrage dans les exploitations, conformément aux normes de durabilité. En outre, l'outil constitue un moyen rentable, pour les actrices et acteurs opérant en dehors des normes de certification, d'identifier et de traiter leurs impacts sur la déforestation. Enfin, il ouvre la porte à de nouveaux services de conseil proposés par l'industrie de la certification, comme l'analyse de la séquestration du carbone, les impacts climatiques, les effets sur le système hydrique et l'analyse des terres cultivées au niveau national.

Contact :

Andres Perez-Uribe
Professeur, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)

Projet PAVE RC-C – Des pavés et dalles en béton écoresponsables

En 2021, le domaine Ingénierie et Architecture de la HES-SO a lancé un appel à projets extraordinaire «Après COVID-19» doté de CHF 1,65 million pour soutenir 33 projets concrets en collaboration avec des entreprises. Dans ce cadre, la HEIG-VD a mené 6 projets de recherche, parmi lesquels le projet PAVE RC-C. Le pari : développer une gamme de pavés en béton avec des granulats recyclés localement et des liants alternatifs en substitution au ciment Portland.

Mieux recycler le béton

Aujourd'hui, les bétons recyclés proposés sur le marché ne contiennent qu'un pourcentage souvent faible de granulats recyclés. Les autres matériaux – soit le reste du granulats, le sable et le ciment – sont non seulement neufs, mais ils ne sont pas toujours disponibles localement, le transport maritime ou routier venant ainsi accentuer l'empreinte carbone du produit.

Ce constat a amené l'entreprise Cornaz SA, basée à Allaman et spécialisée en dallages et pavages, à créer une nouvelle gamme de matériaux écoresponsables, en prenant en compte l'ensemble du cycle de vie des produits. En parallèle, la pandémie a fait émerger le besoin de développer davantage de solutions autonomes et de proximité.

C'est avec cet objectif que Cornaz SA et l'Institut d'Ingénierie du Territoire (INSIT) ont entamé leur collaboration. Le but de ce projet, baptisé PAVE RC-C, a été tout d'abord de tester différents pourcentages de granulats issus des déchets de production de Cornaz SA, dans un souci d'économie circulaire. D'autres essais ont ensuite été menés pour substituer des déchets alternatifs locaux au sable et au ciment. Cette démarche a débuté par un examen approfondi des déchets disponibles avec, entre autres, une mesure de leur hydraulité, du risque de pollution des sols et des eaux ainsi que de leur éventuelle toxicité.

Analyse du cycle de vie

Afin de quantifier la réduction de l'impact environnemental d'un tel processus, une analyse du cycle de vie (ACV) est venue compléter les travaux de laboratoire. Au travers d'un tableau modifiable en fonction des proportions et de la nature des matières premières utilisées, elle permet de se rendre compte de la variation des externalités négatives des différents flux, de la confection à la fin de vie du produit. Pour ne pas se focaliser uniquement sur l'aspect du réchauffement climatique au travers des émissions de CO₂, les indicateurs environnementaux relatifs à l'impact sur les écosystèmes, la santé humaine et les ressources fossiles ont également été pris en compte. Parmi les pistes analysées, le remplacement du sable par de la

poudre de verre recyclé et du ciment par un mélange de cendres ont été expérimentés. Les différentes formules testées pour la fabrication des dalles et pavés ont été analysées par les chercheuses et chercheurs de la HEIG-VD, non seulement concernant leur impact écologique tout au long de leur cycle de vie, mais également leurs capacités de résistance mécanique, d'absorption d'eau ou d'altération esthétique. Car dans le domaine de la construction comme ailleurs, il existe de nombreuses normes suisses et européennes auxquelles sont soumis les produits.

Phase de production pilote

Cornaz SA a lancé la production pilote d'une nouvelle gamme de dalles et pavés avec des matériaux recyclés et de substitution. Ces produits, qui doivent encore faire l'objet de tests avant d'être mis sur le marché, permettront à l'entreprise de proposer une gamme plus écologique, tout en favorisant l'économie circulaire. Du côté de la HEIG-VD, les pistes suivies pour des alternatives locales au ciment et au sable dans le béton pourraient être approfondies, y compris pour des bétons destinés à d'autres usages.

Contact :

Dominique Bollinger
Maître d'enseignement, et *Françoise Beltzung*,
adjointe scientifique, Dép. Environnement Construit & Géoinformation (EC+G)

Les compétences de la HEIG-VD au service de la quête de vie extraterrestre

L'une des questions que se pose l'Humanité touche à la vision même que nous avons de notre place dans l'univers : y sommes-nous les seuls êtres conscients ? En 1995, deux astronomes suisses, Michel Mayor et Didier Queloz, découvraient la première exoplanète, 51 Pegasi b. Une quête de nouvelles planètes qui se poursuit avec le concours de la HEIG-VD.

La méthode de détection utilisée par Mayor et Queloz n'est pas basée sur l'acquisition d'une image, mais sur la mesure de la vitesse de déplacement apparente d'une étoile, dont le mouvement est perturbé par ses planètes hôtes. Cette méthode permet de déterminer la période de révolution de l'exoplanète ainsi que le rayon de son orbite. Cependant, ce qui intéresse surtout les scientifiques, c'est de connaître la nature et la composition chimique de l'atmosphère de l'exoplanète, afin de vérifier si celle-ci peut être favorable à la vie. Ceci ne peut se faire que par analyse spectroscopique, technique consistant à examiner en détail la répartition de l'intensité de la lumière émise par la planète en fonction de la couleur (un arc-en-ciel n'est rien d'autre qu'un spectre de la lumière de notre soleil !). En effet, la présence de tel ou tel gaz absorbe la lumière émise à des couleurs bien spécifiques, ce qui permet aux astronomes d'identifier le gaz absorbant sans aucune ambiguïté.

Les coronographes stellaires

Pour réaliser l'analyse spectroscopique d'une exoplanète, il faut capturer sa lumière directe. Or, le rapport entre la luminosité d'une planète et celle de son étoile est de l'ordre d'un sur mille pour les planètes les plus brillantes à un sur dix milliards pour les planètes de type terrestre. De plus, les étoiles se trouvent à distance très lointaine. Le problème est que la résolution angulaire des télescopes et la sensibilité des capteurs d'image actuels sont largement insuffisantes pour bien séparer la lumière provenant de la planète de celle de son soleil : les rares photons provenant de la planète sont complètement « noyés » dans ceux de l'étoile. Pour distinguer la planète, il faudrait pouvoir éteindre la lumière de l'étoile, et c'est à peu près ce que les astronomes font.

L'idée consiste à placer un masque sur l'image de l'étoile centrale, dans le plan focal du télescope, et de choisir le diamètre du masque pour que la lumière de l'exoplanète ne soit pas, ou peu, affectée. Ensuite, il faut réimager ce plan sur un détecteur, plus loin dans le télescope, afin d'éliminer efficacement la lumière de l'étoile. On obtient alors une image un peu étrange, avec une zone centrale sombre (l'ombre du masque) et des points lumineux autour. Parmi ces points, la majorité résulte de défauts optiques minimes et le reste peut consister en des planètes ou un disque protoplanétaire (disque de poussières en rotation autour du soleil central en train de donner naissance à de nouvelles planètes), ou les deux à la fois.

**Le télescope DAG en Turquie**

Le groupe d'optique de la HEIG-VD (OptoLab.iAi) travaille depuis 2014 avec les astronomes de l'Université Atatürk (Turquie) au développement d'un nouvel observatoire : l'Observatoire de l'Anatolie orientale (l'acronyme turc est « DAG »). Il s'agit d'un télescope de 4 m de diamètre, dont OptoLab.iAi a conçu les plans optiques. Le télescope été construit par un consortium d'industries en Belgique (AMOS) et en Italie (EIE).

Dans le cadre du projet DAG, les chercheuses et chercheurs de la HEIG-VD interviennent aussi sur deux autres sous-systèmes : la correction des effets de la turbulence atmosphérique sur la dégradation des images stellaires à l'aide d'un système dit d'optique « adaptative » et un système optique de compensation de la rotation du faisceau, propre à la combinaison optique du DAG. Dans ces conditions, il devient possible d'envisager des observations à très haute résolution angulaire. L'observatoire DAG a adopté la proposition de placer un coronographe stellaire à la suite du système d'optique adaptative, pour le dédier à la recherche d'exoplanètes.

La HEIG-VD et l'Université de Berne à la recherche d'exoplanètes

Depuis le mois de décembre 2020, l'aventure du coronographe PLACID a commencé, en collaboration avec l'Institut de physique de l'Université de Berne. La tâche du consortium est de fournir, d'ici décembre 2022, un coronographe pour le télescope DAG. Le Dr Jonas Kühn, chercheur à l'Université de Berne, a proposé d'appliquer un concept de son invention qui permettra de détecter des systèmes planétaires autour de soleils multiples car, au contraire des masques coronographiques classiques, le sien est un masque programmable basé sur un écran à cristaux liquides, ce qui permet d'éteindre la lumière n'importe où dans le plan image du télescope. Avec la lumière reçue, il devient alors possible de corriger les aberrations optiques, d'accentuer le contraste dans telle ou telle région de l'image et bien d'autres choses encore.

Un projet pilote pour les coronographes adaptatifs Bien que le télescope DAG soit d'une dimension relativement modeste, comparée à celle du futur télescope européen géant de 39 m de diamètre, l'instrument PLACID permettra de défricher le terrain encore vierge des coronographes adaptatifs, qui seront certainement installés sur les télescopes géants du futur. Les projets PLACID et le DAG sont donc des pionniers de l'instrumentation astrophysique de pointe et la HEIG-VD participe pleinement à cette extraordinaire aventure. PLACID sera installé début 2023 sur le télescope. Suivra une période de mise au point, de réglages et

de tests, qui nécessitera 6 mois environ. Si tout se passe comme prévu, rendez-vous en été 2023 pour les premières découvertes.

Contact:
Laurent Jolissaint
Professeur, Dép. des Technologies Industrielles (TIN)

COMPÉTENCES

TERRITOIRE & MOBILITÉ

Formation continue

Se former au droit de l'environnement par la pratique

La formation en droit de l'environnement pratique a été créée en 1992 par Gerhard Schneider, son actuel directeur. Entièrement remodelée en 2015, elle est conçue pour les praticien-ne-s concerné-e-s par le droit de l'environnement.

Cas pratiques

Cette formation comprend notamment les procédures à respecter et ainsi que les développements récents du droit de l'environnement. Les participant-e-s expérimentent avec des exemples et des cas pratiques la manière de procéder.

Le Conseil de la formation, en collaboration avec le directeur de la formation, détermine les grandes lignes de l'enseignement et veille à la qualité des cours. Il propose des thèmes d'actualité à traiter, en lien avec les compétences de ses membres.

Formation modulaire

La formation est structurée en modules dont chacun peut être suivi séparément. La formation complète représente un total de dix jours de cours. Le vaste choix de modules couvre tous les domaines du droit de l'environnement, passant par les différents volets de la LPE, comme le bruit, l'air, le sol, les déchets, le rayonnement non-ionisant ou encore la pollution lumineuse, à la protection de la nature, des forêts et des eaux. Parmi les modules qui peuvent être sélectionnés librement, deux sont toutefois obligatoires : le premier concerne les bases légales du droit de l'environnement et le second les moyens d'action de l'administration.

Expert-e-s et spécialistes à la barre

La formation est parrainée par l'Office fédéral de l'environnement, les conférences des directeurs des services cantonaux et l'Association pour le droit de l'environnement ADE. L'enseignement est assuré par des professionnel-le-s du domaine, principalement des juristes, bénéficiant de nombreuses années d'expérience sur le terrain. Autre atout : la formation est proposée en option bilingue, les cours étant dispensés en français et en allemand.

Contact :

Gerhard Schneider
Professeur, Dép. Haute École de Gestion (HEG)

Nouvelle formation continue en géomatique

Progrès techniques, modifications du cadre juridique ou nouveaux besoins citoyens et institutionnels font de la géomatique un secteur en constante évolution. Une nouvelle offre de formation continue de la HEIG-VD permet aux professionnel-le-s de mettre à jour leurs connaissances sur les outils de planification, de gestion et de représentation du territoire.

L'association Ingénieurs géomètres de Suisse occidentale collabore avec le Département Environnement Construit & Géoinformation (EC+G) pour étoffer son catalogue de formation. Quatre modules thématiques de 4 cours (16 cours au total) peuvent être suivis indépendamment. Un CAS HES-SO en géomatique et aménagement du territoire peut être obtenu si deux modules sont validés, ainsi que la réalisation d'un travail personnel sur un sujet choisi par l'étudiant-e, en lien avec la géomatique et la gestion du territoire.

L'ensemble des cours a pu être réalisé en 2021, offrant la possibilité à une dizaine de participant-e-s d'améliorer leurs compétences dans ces domaines. Un second cycle de cours, sur deux ans, sera organisé dès la rentrée d'automne 2022.

Contact :

Bertrand Cannelle
Professeur, responsable de la filière Géomatique, Dép. Environnement Construit & Géoinformation (EC+G)



Formation de base

PiBS – Un nouveau Bachelor en cours d'emploi pour les futur-e-s informaticien-ne-s

Proposé dans la filière Informatique et systèmes de communication (ISC), le programme PiBS – un Bachelor intégrant la pratique – permet aux étudiant-e-s d'accéder à une formation HES directement après leur maturité gymnasiale. Un excellent moyen d'allier compétences pratiques et contact avec le monde professionnel, tout en étant rémunéré-e.

PiBS est un programme pilote de la Confédération pour les HES, déployé à la HEIG-VD au sein de la filière ISC. Dans ce modèle de formation, les études se font en temps partiel, sur quatre ans, à raison d'une journée complète et deux demi-journées par semaine. Les autres jours sont consacrés au travail dans une entreprise partenaire PiBS de la HEIG-VD.

COMPÉTENCES

NUMÉRIQUE

« Découvrir les métiers d'ingénierie en ISC dans une entreprise innovante du numérique tout en suivant un enseignement de pointe. »

Une expérience unique pour de nombreux avantages

Pour l'étudiant-e/employé-e stagiaire, ce mode de formation présente de nombreux avantages. Il permet :

- l'accès à la filière d'études ISC après la maturité gymnasiale sans effectuer de stage pratique de dix mois ou passer par d'autres années « passerelles ».
- de bénéficier du réseau d'entreprises partenaires de la HEIG-VD afin de faciliter la recherche d'un stage PiBS.
- la découverte des métiers d'ingénierie en ISC dans une entreprise innovante du numérique tout en suivant l'enseignement de la HEIG-VD, très renommé auprès des employeurs.
- la conduite d'un travail de Bachelor au sein de l'entreprise employeuse et, en cas d'expérience concluante, obtenir la garantie d'un premier emploi. La possibilité de réaliser un Master en cours d'emploi à la suite de la formation Bachelor en mode PiBS est également une opportunité que peut offrir l'entreprise.
- d'obtenir un diplôme Bachelor HES reconnu, les compétences acquises dans le mode temps partiel étant identiques à celles des cursus à plein temps.

Contact :

Vincent Peiris
Professeur, doyen, chef du Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)



Apprendre à penser vite et bien

La HEIG-VD a créé un nouvel enseignement combinant pensée créative (*design thinking*) et cycles de réflexion rapides (*design sprint*) pour les quelque 140 étudiant·e·s en première année de la filière Informatique et systèmes de communication (ISC).

Lors d'un hackathon géant de trois jours, hébergé en 2021 par la société ExplorIT, les étudiant·e·s ont réfléchi à des solutions originales aux problématiques proposées par cette entreprise. Ils ont appris à s'organiser en équipes, ont mis en pratique des techniques de *brainstorming* et ont découvert l'art de l'argumentation. Chaque projet a été présenté par un pitch d'une minute dans le cadre d'un concours; le meilleur d'entre eux a été récompensé par le prix du public.

« Cet apprentissage de soft skills, très valorisées dans l'industrie et la recherche, est un précieux complément aux solides bases techniques dispensées par la filière ISC. »

Contact :

Vincent Peiris

Professeur, doyen, chef du Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)

**Et les nominées sont...**

Marina Zapater, professeure à la HEIG-VD, a été nommée « ambassadrice des mathématiques et des sciences » aux côtés de 14 femmes ayant fait carrière dans l'un de ces deux domaines. Cette démarche, initiée par le Canton de Vaud, vise à encourager les jeunes femmes à entreprendre des études dans ces branches, encore largement connotées « masculines ».

Des ambassadrices pour encourager les jeunes femmes

Pour en finir avec les préjugés de genre gravitant autour des études scientifiques, le Département de la formation, de la jeunesse et de la culture (DFJC) a désigné plusieurs expertes en mathématiques et sciences « ambassadrices des maths et des sciences ». La démarche permet aux établissements scolaires vaudois de bénéficier d'un contact facilité avec ces scientifiques et, ainsi, de les inviter à partager leurs expériences avec les élèves, en particulier les filles, lors de visites ou de visioconférences en classe.

« Les sciences sont la réponse au besoin humain de comprendre et améliorer le monde. Un objectif que rien ne peut nous empêcher d'atteindre. »

Marina Zapater

Chercheuse aux quatre coins du monde

Après l'obtention d'un Master en ingénierie électronique et d'un Master en ingénierie en télécommunications à l'Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Marina Zapater s'est lancée dans le monde de la recherche afin d'obtenir son doctorat. Barcelone, Madrid, Boston, Lausanne, des destinations variées mais liées par un sujet commun : les systèmes embarqués et les centres de données. C'est grâce à cette spécialisation que la chercheuse a été engagée comme postdoctorante à l'EPFL et s'est, de fait, installée en Suisse. Elle a ensuite rejoint la HEIG-VD comme professeure au sein de l'Institut Reconfigurable & Embedded Digital Systems (REDS).

Contact :

Marina Zapater

Professeure, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)

Concours international de robotique

Chaque année depuis vingt-trois ans, le Club de Robotique de la HEIG-VD (CRH) se donne pour défi de participer au concours international de robotique amateur Eurobot. La HEIG-VD recrute ainsi chaque année des étudiant·e·s enthousiastes et prêt·e·s à s'investir bien au-delà des exigences académiques.

Esprit d'équipe

Durant le semestre d'automne, la préparation au concours Eurobot est bénévole. Elle s'intègre en partie à un cours à option de troisième année ainsi qu'au cours de projets multidisciplinaires de deuxième année. Encadrée par des professeur·e·s volontaires, l'équipe de la HEIG-VD se compose d'étudiant·e·s enthousiastes et engagé·e·s.

« Objectif : monter sur le podium, mais aussi vivre une aventure humaine inoubliable. »

Esprit de compétition

Pour participer à Eurobot, il faut d'abord réussir la présélection nationale, organisée par l'association SwissEurobot. Car sur la vingtaine d'équipes participantes, seules les trois meilleures peuvent prendre part aux joutes européennes.

En 2021, la HEIG-VD s'est classée deuxième de la présélection suisse, se qualifiant ainsi pour la finale européenne (annulée en raison de la crise sanitaire). Les joutes 2022, organisées par Robot-CH et présidées par le Prof. Marc Kunze, ont eu lieu à la Marive d'Yverdon-les-Bains les 14 et 15 mai.

Contact :

Yves Chevallier

Professeur, Dép. des Technologies Industrielles (TIN)

Start-up Challenge Week

Durant une semaine, les étudiant·e·s en Ingénierie des médias et Économie d'entreprise ont uni leurs forces et connaissances pour décrocher le Start-up Challenge. Leur mission : créer un produit exploitant la réalité virtuelle et le défendre devant un jury d'expert·e·s externes.

Un challenge entièrement virtuel

L'événement de cinq jours, entièrement en ligne, était destiné aux étudiant·e·s en dernière année de Bachelor en Ingénierie des médias et en Économie d'entreprise. En plus de mobiliser leur savoir-faire et leur créativité les étudiant·e·s ont été évalué·e·s sur le Start-up Challenge pour leur troisième année de cursus. Au cœur de cette semaine de réflexion : la réalité virtuelle. Les étudiant·e·s ont constitué des équipes

multidisciplinaires pour imaginer un produit ou service exploitant cette technologie – objet de l'évaluation – et développer un modèle d'affaires. La dernière journée du Start-up Challenge était consacrée à la défense des projets devant un panel d'expert·e·s externes à la HEIG-VD. C'est le projet « DysActivity » qui a remporté la distinction du jury au terme des différentes présentations.

« La Start-up Challenge Week renforce la conviction que les activités collaboratives apportent une véritable plus-value à la formation de nos étudiant·e·s. »

La Start-up Challenge Week, tout comme Hack-ton-Sport, prouve que les activités collaboratives apportent une véritable plus-value aux enseignements de la HEIG-VD.

Contact :

Matthieu de Lapparent

Professeur, directeur de l'Institut Interdisciplinaire du Développement de l'Entreprise (IIDE), Dép. Haute École de Gestion (HEG)

Laurent Bolli

Professeur, Dép. Communication, Engineering, Management (COMEM+)

Recherche appliquée & Développement**Des compétences en communication à distance pour cultiver la proximité sociale en télétravail**

Selon une étude menée par la HEIG-VD, le sentiment d'appartenance a été mis à mal dans les organisations lors de l'épidémie de COVID-19, notamment en raison du travail à distance. Pour favoriser la restauration d'une proximité sociale en entreprise, les chercheuses et chercheurs ont développé l'outil d'évaluation Hybrid Workplace Pulse.

La proximité sociale est un sentiment d'appartenance et de confiance favorisé par une communication de haute qualité. Elle permet de créer, d'entretenir et de restaurer les relations en cas de malentendu ou de désaccord.

Avec la généralisation du travail à distance au cours de la pandémie de COVID-19, ce sentiment a été mis à mal. Cet élément ressort d'une étude quantitative sur les leviers de l'efficacité dans le travail à distance, menée en 2020 par l'Institut interdisciplinaire du développement de l'entreprise (IIDE) et financée par le fonds COVID-19, Économie & Services de la

COMPÉTENCES

NUMÉRIQUE

HES-SO. Cette étude a débouché sur la réalisation de l'outil d'évaluation Hybrid Workplace Pulse.

Une bonne maîtrise des outils numériques

Les résultats de l'étude mettent en évidence que pour la moitié des répondant-e-s, la disponibilité des outils de collaboration en ligne a permis d'assurer la continuité des activités. Les compétences en communication à distance sont essentielles pour établir et conserver la proximité sociale. Les employé-e-s devaient par conséquent être formé-e-s à l'utilisation de ces outils pour être efficaces dans le travail à distance.

Des compétences à développer

L'étude mène ainsi à une liste de compétences à développer chez les employé-e-s :

- **utilisation** des outils permettant la communication virtuelle
- travail dans une équipe à distance
- gestion d'une équipe à distance (par exemple, pour les responsables, répartir et suivre l'exécution des tâches)
- identification et reconnaissance de ses émotions et de celles des autres
- accès aux canaux de contact avec des personnes extérieures à l'équipe ou au service (remplacer le flux d'informations informel, par ex. pendant une pause-café).

Accompagner les responsables d'équipe

Les responsables d'équipe jouent un rôle important dans le maintien de la proximité sociale. Il est de leur ressort d'évaluer les pratiques de travail à distance et de définir des plans d'action qui tirent parti des avantages de ces pratiques et qui renforcent l'innovation au travail.

L'outil Hybrid Workplace Pulse permet un tel accompagnement. Élaboré au sein de l'IIDE, il peut être déployé au sein d'organisations désireuses de favoriser l'efficacité de postes de travail hybrides (distance-présentiel).

Contact :

Anna Lupina-Wegener, professeure et Güldem Karamustafa-Köse, Chargée de Ra&D HES, Département Haute École de Gestion (HEG)

Trust4SME, un programme au cœur des initiatives en cybersécurité

Aujourd'hui, les entreprises ne peuvent plus ignorer les dangers liés à l'informatique. Convaincue par la nécessité d'unir les forces académiques et industrielles, la HEIG-VD s'est associée au programme Trust4SME, annoncé en octobre 2021, en apportant

sa contribution à l'amélioration du niveau de sécurité global de la région vaudoise et lémanique.

La HEIG-VD possède des compétences pointues et développe de nombreuses activités dans le domaine de la cybersécurité. Au travers de son pôle de compétences Y-Security, elle se trouve au cœur d'un écosystème complet, avec une offre de formation unique, des activités de recherche appliquée, de développement et d'innovation, sans oublier les spin-off issues de la Haute École telles NetGuardians, Sysmosoft ou strong.codes. Elle entretient par ailleurs des liens forts avec la communauté des spécialistes en la matière, notamment grâce à l'événement annuel Black Alps.

Depuis 2017, la HEIG-VD s'investit dans de nombreuses initiatives, dans le but d'apporter son soutien aux industriels et institutions académiques ainsi qu'aux services de l'État de Vaud. Membre fondateur de Trust Valley depuis son lancement en 2020, elle est fortement impliquée dans le programme d'accélération Tech4Trust, destiné aux start-up œuvrant dans les domaines de la confiance numérique et de la cybersécurité.

Annoncé officiellement en octobre 2021 lors du TrustValley Day, le programme Trust4SME accompagnera des PME vaudoises et lémaniques, sur une durée de neuf à douze mois, afin d'améliorer leur résilience face aux cyberrisques. Il inclut différentes mesures : diagnostic, sensibilisation, formation des dirigeant-e-s et des équipes, cercles de discussion et conseils personnalisés. La HEIG-VD y participe en tant que partenaire académique.

Contact :

*Sylvain Pasini
Professeur, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)*

Projet CARA

En 2021, la HEIG-VD est devenue partenaire officiel de l'association CARA avec laquelle elle collabore depuis 2019 et qui rassemble les cantons de Fribourg, Genève, Vaud, du Jura et du Valais afin d'offrir des services de santé numérique aux prestataires de soins et à la population de Suisse occidentale. Patrice Hof, secrétaire général de CARA, s'exprime sur cette collaboration :

« Nous avons trouvé avec la HEIG-VD un partenaire qui nous accompagne par son expertise pointue dans la sécurisation de notre système d'information. C'est particulièrement important pour CARA, car nous sommes une petite structure et nous traitons des données personnelles sensibles. Il est essentiel

pour nous d'acquérir tout de suite les bons réflexes et de mettre en place les outils adéquats afin de garantir une sécurité de l'information optimale. Avec l'aide de la HEIG-VD, en particulier du Professeur Jean-Marc Bost et de l'équipe du Professeur Jürgen Ehrensberger, nous avons mis en place un dispositif de sécurité et de protection des données qui a passé le cap de la certification selon la Loi fédérale sur le dossier électronique du patient. Nous ne nous arrêtons pas là, puisque nous continuons de tester régulièrement la résistance de nos systèmes aux attaques avec des étudiant-e-s de la Haute École. »

Contact :

*Jean-Marc Bost
Professeur, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)*

DiCoQuaNet – Des connexions résistantes aux attaques quantiques

DiCoQuaNet est un projet Eureka international avec une composante Innosuisse. Une collaboration entre la HEIG-VD, Cysec (une start-up vaudoise) ainsi que la start-up singapourienne Novus Q. Ce projet, prévu sur trois ans, a commencé en avril 2021. Son but : connecter des HSM (*Hardware Secure Module*) produits par Cysec de façon à ce que les connexions soient résistantes à des attaques quantiques.

Les ordinateurs quantiques mettent en danger la plupart des algorithmes utilisés actuellement en cryptographie. Même si ces ordinateurs ne sont, pour l'instant, de loin pas assez puissants pour mettre à mal les algorithmes utilisés par l'industrie, il convient de se tenir prêts, au cas où le développement de ces ordinateurs évoluerait rapidement. C'est tout l'objectif de DiCoQuaNet.

Un projet en quatre parties

DiCoQuaNet se déploiera en quatre phases :

1) Design et étude de performances d'un réseau post-quantique (résistant à des attaques quantiques) avec une initialisation effectuée par une distribution de clefs quantiques (matériel développé par Novus Q).

2) Design et étude de performances d'un réseau post-quantique avec une initialisation effectuée par des algorithmes post-quantiques (logiciels étudiés et développés par la HEIG-VD).

3) Une fois les deux modèles de réseau construits, utilisation de ces réseaux afin d'y exécuter des algorithmes de signatures digitales à seuil. Le but de ces signatures est de distribuer le secret sur différents

COMPÉTENCES

nœuds), afin de le protéger dans le cas où un des nœuds est compromis (HEIG-VD).

4) Ces algorithmes de signatures à seuil ne sont pour l'instant pas résistants aux attaques quantiques ; le but est donc de développer de nouveaux algorithmes qui, eux, le seront (HEIG-VD).

Contact :

*Alexandre Duc
Professeur, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)*

Des autoencodeurs particuliers pour détecter les fraudes bancaires

Une multitude de canaux permet aux client-e-s d'accéder aux services bancaires via différentes interfaces. Or, la fraude bancaire évolue au fil des ans. Le nombre de fraudeuses et fraudeurs est en augmentation constante, de même que leurs compétences et leur ingéniosité pour vider des comptes bancaires ou acheter des marchandises avec des copies de cartes de crédit.

De trop grandes ouvertures pour la fraude

Selon Juniper Research, le nombre de personnes utilisant des applications bancaires mobiles approche désormais les deux milliards, soit environ 40 % de la population adulte mondiale. Les plateformes bancaires électroniques, les smartphones et les smartwatches ou encore les services bancaires ouverts constituent des portes d'entrée idéales pour ces délits. En 2020, le coût de la fraude s'élevait à plus de 40 milliards de dollars, selon une étude de PricewaterhouseCoopers. Pour preuve, entre juin 2016 et juillet 2019, les attaques d'ingénierie sociale (*social engineering*) et de *phishing* représentaient 166'000 plaintes dans le monde pour un coût total de 26 milliards de dollars, selon le FBI. Ce coût, associé à la perte de réputation causée par chaque cas de fraude, devient très lourd pour les institutions financières. Par conséquent, le besoin d'outils de détection des fraudes s'accroît.

« Les algorithmes de machine learning développés par l'équipe de recherche ont été mis en œuvre dans plusieurs banques en Suisse et à l'étranger afin de prévenir avec succès la fraude bancaire. »

Guerre d'algorithmes contre les attaques

La start-up NetGuardians, issue de la HEIG-VD et lauréate de plusieurs prix, aide les institutions financières à combattre les fraudes dans plus de 30 pays. Elle est accompagnée par l'équipe du Prof. Stephan Robert-Nicoud de la HEIG-VD, qui bénéficie d'une grande expérience dans la collaboration avec des entreprises suisses

en matière de technologies de pointe.

Entre 2017 et 2019, ce partenariat a porté sur un premier projet de recherche – financé par Innosuisse – impliquant une dizaine de chercheuses et chercheurs. Ceux-ci ont développé des algorithmes de *machine learning* pour le profilage des client-e-s. Depuis lors, ces algorithmes ont été mis en œuvre dans plusieurs banques en Suisse et à l'étranger afin de prévenir avec succès la fraude bancaire, de réduire considérablement les faux positifs (jusqu'à 83!) et d'améliorer la gestion des risques de fraude.

Un deuxième projet important, d'un montant de 1,2 million de francs, également financé par Innosuisse de 2019 à 2021, est en cours pour repousser les limites de prédiction à l'aide d'outils en apprentissage automatique. Il vise à améliorer et perfectionner les algorithmes utilisés au sein du produit phare de détection des fraudes de NetGuardians dans de nouvelles directions de recherche.

Détection par les autoencodeurs

Le premier volet étudié concerne les autoencodeurs, qui sont une conception particulière de réseaux de neurones artificiels capables de détecter les anomalies en comparant les données d'entrée et de sortie du réseau. Un mécanisme de compression et de décompression du signal met en évidence les valeurs anormales. La nature non supervisée des autoencodeurs les rend particulièrement adaptés à la détection des fraudes dans le contexte bancaire.

Dans le cadre de ce projet, de nouveaux types d'autoencodeurs, dits « centripèdes », ont été inventés : ils ne reconstruisent plus les jeux de données, mais les transforment d'une manière particulière, tout en préservant la dimensionnalité. Ils surpassent nettement les autoencodeurs classiques pour la détection des fraudes. De plus, une proposition visant à pallier le manque de données disponibles a été élaborée ; il s'agit de créer des ensembles artificiels de données pour simuler de grands ensembles comprenant différents types de fraudes bancaires.

Ajustements grâce à l'active learning

Le deuxième volet exploré dans ce projet est celui de l'*active learning*, qui consiste à interroger de manière interactive des transactions bancaires – frauduleuses ou non – pour étiqueter de nouveaux points de données avec les sorties souhaitées et permettre ainsi une amélioration de l'ajustement des algorithmes. Les requêtes sont effectuées auprès d'une base de données dont la nature et la fiabilité varient considérablement d'une application pratique à l'autre. Différents scénarios d'*active learning* ont été étudiés, tels que les interrogations à haut risque ou d'ambiguïté maximale, dans différentes configurations.

Contact :

Stephan Robert

Professeur, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)

Développement de ClearSpace-1: Mission pour la HEIG-VD

En décembre 2020, l'Agence spatiale européenne (ESA) signait un contrat de 86 millions d'euros avec une équipe industrielle dirigée par la start-up suisse ClearSpace SA pour mener la première mission d'élimination des débris en orbite. Dans cette équipe figure la HEIG-VD, chargée de développer l'intégralité du radar longue distance sur le satellite ClearSpace-1. En 2021, le projet de développement du radar se poursuit comme prévu, les délais demandés sont tenus et la réalisation d'un démonstrateur fonctionnel du système (Model EBB) a été validé.

Détection de déchets dangereux

La présence croissante de débris dans l'espace représente une menace grandissante pour l'avenir et la sécurité de l'activité spatiale. Des milliers de débris font aujourd'hui l'objet d'une vigilance accrue. Intégré au programme ADRIOS de l'ESA, le satellite ClearSpace-1 contribue à ce rôle de surveillance : grâce à ses antennes radar longue distance, il détecte les débris spatiaux en orbite, pour ensuite procéder à leur enlèvement à l'aide de ses quatre bras articulés.

Contribution de la HEIG-VD

Dans le cadre du projet de développement du radar qui leur a été confié, les ingénieur-e-s de la HEIG-VD ont constaté que les performances du système de guidage sur 1 km pourrait être amélioré s'il était possible d'optimiser les performances des deux antennes RX & TX qui équiperont le satellite.

ClearSpace SA et la HEIG-VD ont donc lancé un nouveau projet Innosuisse intitulé ARCOROSSO. Il permettra d'explorer de nouvelles pistes de développement :

- La conception d'antennes avec un minimum de « perturbation » du rayonnement sera étudiée. Diverses recherches seront conduites dans le but d'améliorer l'isolation entre les deux antennes et le développement de solution HW sera également étudié.
- Des solutions sur la base de méta matériaux seront étudiées et simulées, l'étude de structures planes/2D atténuant la propagation des ondes de surface, voire les absorbant seront évaluées.
- Des recherches seront également conduites pour la partie revêtement dissipatif absorbant les radio

fréquences (RF), par exemple les revêtements semi-conducteurs.

- Diverses options pour l'annulation électronique active des interférences de chemin direct seront analysés.

Objectif de la mission Adrios

La première sortie opérationnelle est prévue en 2025 depuis la base de lancement de Kourou, en Guyane française, avec l'enlèvement d'une structure porteuse d'une fusée Vega, placée en orbite en 2013 et dont les éléments – baptisés Vespa (*Vega Secondary Payload Adapter*) – de la taille d'un satellite de 112 kg, ont été abandonnés.

Avec ses bras articulés, le satellite enlèvera le module Vespa et le rapprochera de l'atmosphère terrestre, où il se désintégrera en brûlant.

Contact :

Pascal Coeudevez

Responsable de groupe de recherche, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)

VAWe : une meilleure retransmission des grands événements sportifs

En 2021, le domaine Ingénierie et Architecture de la HES-SO a lancé un appel à projets extraordinaire « Après COVID-19 » doté de 1,65 million de francs pour soutenir 33 projets concrets en collaboration avec des entreprises. Dans ce cadre, la HEIG-VD a développé 6 projets de recherche, dont VideoAnywhere (VAWe), en partenariat avec l'entreprise Livetools Technology SA. VAWE est un protocole innovant et robuste pour la transmission de vidéo haute définition, spécialement conçu pour la télévision et particulièrement la retransmission d'événements sportifs.

Challenge : retransmission d'événements sportifs

Au Tour de France, à Roland-Garros ou aux Jeux olympiques, on voit des caméras sans fil sur des motos ou suspendues à des câbles. Un important dispositif technologique est ensuite nécessaire pour obtenir une qualité d'image irréprochable, qui comporte des algorithmes spécifiques. Ce sont précisément ces derniers qu'une équipe de la HEIG-VD développe en collaboration avec la PME Livetools Technology.

Objectif : moins de friture sur la ligne

Lorsque l'on parle de transmission sans fil, l'une des premières choses qui vient à l'esprit concerne les problèmes de fiabilité de la liaison. Tout le monde a déjà été confronté à une station radio qui grésille ou à une image vidéo qui se fige. Les éléments pouvant perturber une transmission radio sont multi-

ples. Il peut s'agir d'obstacles physiques, d'interférences avec d'autres systèmes de transmission (WiFi, 5G, etc.) ou encore de conditions météo. L'une des méthodes les plus efficaces pour améliorer les performances et la fiabilité en présence d'obstacles et de réflexions multiples consiste à utiliser plusieurs antennes de transmission et de réception. Ces systèmes sont connus sous le nom de MIMO (*Multiple in, Multiple out*) et existent depuis plusieurs années. Néanmoins, afin de profiter pleinement des avantages des transmissions MIMO (*Multiple In, Multiple Out*), des algorithmes spécifiques de traitement de signal doivent être implémentés.

Le projet (VAWe, mené par des ingénieur-e-s de la HEIG-VD en collaboration avec la PME vaudoise Livetools Technology, développe précisément une nouvelle technologie de transmission sans fil. Elle augmente la stabilité et la performance de transmission et ajoute une communication *full duplex*. Cela se traduit, en pratique, par la possibilité de transmettre un flux audio et vidéo à haut débit dans un sens ainsi qu'un canal de retour dans l'autre sens. Ce dernier permet à la technicienne ou au technicien du centre de transmission de contrôler les caméras sur le terrain directement et rapidement, sans avoir besoin de transmettre des instructions aux cameramen.

Soutien bienvenu

Spécialisée dans les technologies de transmission haut de gamme destinées aux grands événements sportifs ou culturels, Livetools Technology a été impactée par les annulations massives dues à la crise sanitaire. La nouvelle technologie développée par la HEIG-VD lui permettra de se positionner idéalement sur ce marché, actuellement en phase de redémarrage.

Contact :

Alberto Dassatti

Professeur, directeur de l'Institut Reconfigurable & Embedded Digital Systems (REDS), Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)

DigiPhoto : modéliser la réalité grâce à un drone

Deux instituts de la HEIG-VD s'allient pour améliorer les fonctionnalités de capture d'images en intérieur d'un drone innovant. L'entreprise mandataire, Flybotix, souhaitait que son appareil puisse scanner de manière autonome une structure, et en produire un jumeau numérique de qualité optimale. Un vœu exaucé!

Flybotix est une start-up spécialisée dans les technologies de drones et les inspections dans les milieux confinés. Elle a développé un drone innovant – ASIO – capable de se faufiler à l'intérieur d'espaces étroits.

NUMÉRIQUE

Il est muni de deux rotors (technologie brevetée), d'un temps de vol augmenté, et est plus silencieux et plus aisé à contrôler.

Suite à un premier projet Innosuisse réussi sur la conception de l'ordinateur embarqué du drone, la start-up a (re)fait appel aux compétences de la HEIG-VD pour automatiser la capture d'images pour faire de la photogrammétrie. Cette technique consiste à créer une reconstitution 3D exacte de la réalité en corrélant des images numériques. Le drone devait également être rendu compatible avec les logiciels courants.

Les chercheuses et chercheurs de l'Institut Reconfigurable and Embedded Digital Systems (REDS) ont adapté le *hardware* et le *firmware* du drone, tandis que l'Institut d'ingénierie du territoire (INSIT) s'est chargé d'ajouter la photogrammétrie dans le set d'outils de Flybotix.

Ce projet (intitulé DigiPhoto) a ainsi permis de développer un prototype de drone fonctionnel, doté d'un système d'assistance de guidage en intérieur et capable de relever des images de très haute qualité.

Cette collaboration se poursuit dans le cadre d'un projet Innosuisse qui a débuté en février 2022.

Contact:
Romuald Mosqueron
Professeur, dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)

LLAM: un module de communication sans fil pour le secteur audio professionnel

En 2021, le domaine Ingénierie et Architecture de la HES-SO a lancé un appel à projets extraordinaire «Après COVID-19» doté de 1,65 million de francs pour soutenir 33 projets concrets en collaboration avec des entreprises. Dans ce cadre, la HEIG-VD a développé 6 projets de recherche, dont LLAM, un module de communication radio développé avec la start-up Tyxit et destiné au secteur audio professionnel.

La start-up Tyxit collabore avec des chercheuses et chercheurs de la HEIG-VD pour développer un module de communication permettant le *streaming* multicanal à faible latence pour le secteur audio professionnel. Cette innovation a l'ambition d'être moins coûteuse que ce qui existe actuellement sur le marché.

Du câble au « sans fil »
Lors d'un événement *live*, l'installation d'une scène prend du temps. Une bonne partie de ce dernier est consacrée au déroulement des bobines de câbles

et aux précautions pour que les musicien-ne-s ne s'y prennent pas les pieds. Réalisé par des professionnel-le-s, ce travail est d'autant plus coûteux que les câbles ont une durée de vie courte et qu'ils doivent être régulièrement remplacés. Cette problématique est particulièrement importante pour des événements éphémères.

À l'ère de l'expansion des technologies sans fil, le milieu de la musique souhaite se mettre à la page. Les solutions actuellement disponibles sur le marché sont soit bon marché, mais de faible qualité et non prévues pour l'audio, soit d'excellente qualité, mais trop chères. De plus, elles ne parviennent à supprimer qu'une partie des câbles présents sur scène.

C'est dans ce contexte que la startup vaudoise Tyxit a vu le jour. Active dans le développement de technologies audio sans fil, elle se démarque notamment par des systèmes multiémetteurs/multirécepteurs avec mixage audio intégré, à très faible latence. Cette dernière représente le temps nécessaire pour que des données effectuent l'aller-retour entre un émetteur et un destinataire, un point particulièrement crucial pour les concerts *live*.

Du cercle amateur au secteur professionnel
Dans un premier temps, Tyxit a développé un produit à destination des groupes de musique amateurs et semi-professionnels. Il supprime tous les câbles sur une petite scène de concert et offre une simplicité d'installation à toute épreuve. Mis en prévente sur une plateforme de financement participatif en juin 2020, il a rapidement trouvé des client-e-s, malgré la situation critique du milieu culturel en pleine pandémie.

Forte de cette réussite, la start-up a souhaité se diversifier en développant une solution à destination des actrices et acteurs du monde audio professionnel, qui comprennent autant les musicien-ne-s que les organisatrices et organisateurs de concerts. Elle collabore pour cela avec une équipe de la HEIG-VD



spécialisée dans le traitement du signal audio et la communication sans fil dans le cadre d'un projet baptisé LLAM – *Low Latency Audio Module*. L'objectif consiste à développer un module électronique facilement intégrable dans le produit de Tyxit qui permettra de répondre aux exigences de qualité des professionnel-le-s, notamment en termes de nombre de canaux audio, de latence, de qualité et de coût. Développer un tel système a représenté un défi pour les ingénieur-e-s, car il nécessite de nombreux réglages et essais, notamment pour diminuer le temps de latence. Pour tester et valider leurs développements, l'équipe de recherche a placé les appareils sur un train électrique. Ce dispositif peu onéreux et facilement disponible leur a permis d'analyser l'évolution des caractéristiques de transmission en fonction de la distance.

Contact:
Cedric Bornand et Pierre Favrat,
Professeurs, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)

5G-SDR: retransmettre les grands événements live en utilisant moins de fréquences

En 2021, le domaine Ingénierie et Architecture de la HES-SO a lancé un appel à projets extraordinaire «Après COVID-19» doté de CHF 1,65 million pour soutenir des projets concrets en collaboration avec des entreprises. Dans ce cadre, la HEIG-VD a développé 6 projets de recherche, dont 5G-SDR, qui développe des solutions pour faciliter la retransmission de grands événements *live*.

Avec la digitalisation de l'industrie du *broadcast*, de plus en plus de contenus audiovisuels sont diffusés en *live* au moyen d'équipements sans fil. Ces derniers permettent une plus grande mobilité, ouvrent des opportunités pour la création de nouveaux types de contenus et participent à la réduction des coûts d'exploitation. Toutefois, leur niveau de complexité est élevé et ils utilisent de nombreuses bandes de fréquences spécifiques (appelées PMSE – *Programme Making and Special Events*) qui, depuis quelques années, s'avèrent de moins en moins disponibles.

En effet, chaque caméra sans fil (par exemple autour d'un terrain de football) nécessite plusieurs fréquences en plus de celle destinée à l'image. Un très grand événement, comme les Jeux olympiques, en utilise plusieurs milliers. Développer des technologies de retransmission utilisant moins de fréquences représente donc un enjeu majeur pour l'industrie du *broadcast*, qui a de plus été fortement impactée par la pandémie de COVID-19. Dès lors, afin de rester concurrentielles, les entreprises

actives dans ce secteur, telles que la PME NuLink à Neuchâtel, se doivent d'innover. C'est la raison pour laquelle celle-ci collabore avec des ingénieur-e-s de la HEIG-VD pour développer de nouvelles technologies permettant de retransmettre les grands événements *live* en mobilisant le moins de fréquences possible.

La solution sur laquelle travaille la HEIG-VD consiste à adapter à la retransmission d'événements *live* les technologies utilisées par les téléphones mobiles. Plus précisément, elle se base sur le déploiement de réseaux privés 5G pour couvrir les bandes PMSE mises à disposition par le pays dans lequel se déroule l'événement, en les configurant avec des systèmes SDR (*Software Defined Radio*). Ce procédé permettrait à l'ensemble des caméras d'un événement d'utiliser une même fréquence. Par ailleurs, en comparaison avec l'installation de câbles (pouvant se chiffrer en kilomètres), le recours aux technologies sans fil est financièrement intéressant, car il permet de réduire le personnel et le temps d'installation nécessaires.

Contact:
Romuald Mosqueron
Professeur, dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)

COMPÉTENCES

NUMÉRIQUE

Formation continue

Une formation post-graduée entre la HEIG-VD et l'Académie de police

L'Académie de police de Savatan et la HEIG-VD ont développé une formation post-graduée en « Stratégie de la sécurité/sûreté et gestion de crise ». Cette formation en emploi est composée de deux CAS et d'un DAS, se déployant sur une année et demie.

Développer la politique de sécurité/sûreté des entreprises

Les entreprises sont de plus en plus conscientes des menaces liées à la sécurité, qu'elles soient matérielles ou immatérielles, et les considèrent aujourd'hui au niveau stratégique. Leurs préoccupations englobent la géopolitique, l'économie, les cybermenaces ou encore le terrorisme. Dans ce contexte d'incertitudes, la politique de sécurité et de sûreté est devenue un enjeu crucial.

Objectifs de la formation

La particularité de cette nouvelle formation est d'aborder les stratégies en lien avec la sécurité, la mesure des risques et la gestion de crise de manière transversale et interdisciplinaire.

Le « CAS en Sécurité/sûreté en entreprise: vers une stratégie prospective » permet d'acquérir une démarche de gouvernance, d'évaluer les risques et de définir une éthique appliquée.

Le « CAS en résilience de l'entreprise et gestion de crise » analyse les enjeux stratégiques contemporains, développe les qualités de leader et permet d'acquérir une méthodologie de gestion des risques, des crises et de la continuité des activités.

La formation se compose de six modules pour chaque CAS. La réussite des deux CAS ainsi que la rédaction d'un mémoire conduisent à l'obtention d'un « DAS HES-SO en stratégie de la sécurité/sûreté et gestion de crise ».

Les CAS sont dispensés par un corps enseignant composé de femmes et d'hommes au bénéfice d'une large expérience de terrain dans la gestion de crises et de conflits. Ils offrent des échanges d'idées et d'expériences, des études de cas, des exercices pratiques ainsi que des mises en situation.

COMPÉTENCES

PRODUCTION INDUSTRIELLE & MODÈLES D'AFFAIRES



Formation de base

Les Négociales 2021

Pour la troisième année consécutive, le concours international Les Négociales a été co-organisé par le département Haute École de Gestion (HEG) de la HEIG-VD. L'objectif? Mettre les participant-e-s en situation de négociation « réelle ».

De beaux résultats pour les étudiant-e-s de la HEIG-VD

Après avoir été coaché-e-s dans le cadre de leurs cours – et même au-delà pour les plus motivé-e-s – les étudiant-e-s ont participé avec brio à une première phase du concours, organisée le 8 janvier 2021 à la HEIG-VD.

Les deux meilleur-e-s de cette journée ont ensuite été qualifié-e-s pour la finale, organisée en France mais tenue cette année en visio-conférence. Christel Schüpbach, étudiante de la filière Économie d'entreprise et Steve Marchello, étudiant de la filière Ingénierie et gestion industrielles, ont ainsi pu se frotter à leurs adversaires venu-e-s d'autres pays francophones. Une jolie expérience pour Christel et Steve, bien que leur parcours se soit achevé juste avant les demi-finales.

Contact:

Laura Vinckenbosch
Professeure, responsable de la filière Économie d'entreprise, Dép, Haute École de Gestion (HEG)

Première promotion du Bachelor IGI

La filière Ingénierie et gestion industrielles (IGI) a fait peau neuve il y a trois ans. Les premier-ère-s diplômé-e-s ont ainsi terminé leur formation cette année. Malgré la crise sanitaire, toutes et tous ont pu réaliser leurs travaux de Bachelor en entreprise, comme le prévoit cette formation. Les portes du monde professionnel leur sont désormais ouvertes.

Aujourd'hui, les entreprises cherchent de plus en plus à recruter des profils polyvalents et polycompétents dans les domaines de la production, de la qualité, de l'amélioration continue et de la logistique. Pour preuve, une grande partie des étudiant-e-s diplômé-e-s s'est vu offrir un premier emploi dans ces mêmes entreprises. Une belle reconnaissance pour cette nouvelle formation, qui confirme la grande employabilité pour ce type de profils.

Contact:

Jean-Michel Schulz
Professeur, responsable de la filière Ingénierie et Gestion Industrielles (IGI), Dép. des Technologies industrielles (TIN)

Nouveaux cours: Responsabilité sociétale des entreprises (RSE), durabilité, finance de tous les jours, digitalisation et innovation

Afin de suivre l'évolution de la société et du monde du travail, la filière Économie d'entreprise propose quatre nouveaux cours depuis la rentrée 2021. Petit aperçu de ces nouveautés au programme.

Responsabilité sociétale des entreprises (RSE) et durabilité

L'objectif du cours est de pouvoir identifier les liens entre l'activité d'une entreprise ou d'une collectivité avec ses impacts environnementaux, sociaux et économiques. Il s'agit d'être en mesure de déployer des approches éthiques et responsables dans sa pratique professionnelle.

Innovation Crunch Time

L'événement organisé pour les étudiant-e-s de la HEIG-VD de dernière année, toutes filières confondues, a été intégré dans le dernier module de management de la formation. Il permet d'expérimenter et de vivre un processus d'innovation en mode *sprint* ou encore de découvrir le *design thinking*.

Innovation et digitalisation

Aujourd'hui, la transformation digitale des activités et des processus constitue un enjeu majeur. Ce cours permet aux futur-e-s économistes d'entreprise de

répondre de manière pertinente au défi de la transformation digitale au sein d’une organisation.

Finance et société

Avec une orientation claire vers la pratique, ce cours vise à approfondir les connaissances acquises en début de cursus en matière de finance individuelle (assurances sociales, financement d’un bien immobilier, stratégies d’investissement), en tenant également compte du point de vue de la société (évolution du système financier, etc.).

Contact :

Laura Vinckenbosch

Professeure, responsable de la filière Économie d’entreprise, Dép. Haute École de Gestion (HEG)

Attestation en compétences interculturelles

La collaboration en réseaux internationaux, interculturels et interdisciplinaires, tant « réels » que virtuels, est indispensable pour le succès entrepreneurial. Dans ce contexte, les compétences interculturelles sont devenues un facteur clé.

L’attestation en compétences interculturelles (ACI) a été créée en 2021 dans le but de valoriser les compétences interculturelles acquises durant le cursus Bachelor en Économie d’entreprise de la HEIG-VD.

L’ACI repose à la fois sur l’offre de cours et d’activités existantes de la filière, mais également sur le développement de nouvelles opportunités de développement de ces compétences. Pour obtenir cette attestation, les étudiant-e-s doivent faire valoir, sur la base des choix possibles au long de leur cursus, un minimum de 300 heures et au moins deux expériences d’immersion comportant des dimensions linguistiques, interculturelles et interdisciplinaires.

Contact :

Laura Vinckenbosch

Professeure, responsable de la filière Économie d’entreprise, Dép. Haute École de Gestion (HEG)

Recherche appliquée & Développement

Automatiser le traitement de la vigne avec Vineatrac

Collaborateur scientifique de l’Institut d’Automatisation Industrielle (IAI), Marc Stevanin a obtenu la bourse HEIG Tech Grant d’une valeur de CHF 150’000.-. Son projet « Vineatrac » promet un coup de main bienvenu aux viticultrices et viticulteurs en automatisant une partie de leurs tâches.

Aujourd’hui encore, la majeure partie des tâches en viticulture consiste en des activités manuelles et des travaux mécanisés à l’aide de tracteurs viticoles. Le véhicule autonome Vineatrac a pour vocation de remplacer, à terme, le tracteur, en effectuant lui-même ces tâches mécanisées. Il présente l’avantage d’éviter le contact et l’inhalation de produits pulvérisés sur les vignes (biologiques ou non) et de diminuer les risques d’accident lorsque le terrain est glissant.

Grâce à ce soutien automatisé, les vigneronnes et vigneronnes gagneront un temps précieux pour se concentrer sur d’autres tâches à plus grande valeur ajoutée. Il permettra aussi de lutter contre l’actuelle pénurie de main-d’œuvre qualifiée dans le secteur viticole.

J’ai souvent entendu de la part des vigneronnes : « Avec ça, on peut faire du bio ! », Marc Stevanin, inventeur du Vineatrac

Coaching entrepreneurial

Avant de postuler à la bourse HEIG Tech Grant, Marc Stevanin a participé au cours Business Concept d’Innosuisse, enseigné à la HEIG-VD, durant lequel il a notamment réalisé une étude de marché auprès de futur-e-s utilisateurs et utilisatrices. Celle-ci a permis de démontrer le potentiel commercial ainsi que d’avérer l’intérêt de la profession pour son véhicule autonome.

L’obtention de la bourse a, quant à elle, donné un coup d’accélérateur à l’entrepreneur dans le développement de son projet, tant du point de vue technique que commercial.

Contact :

Noémie Délèze

Chargée de missions pour le support transversal Innovation et Entrepreneuriat, Institut Interdisciplinaire du Développement de l’Entreprise (IIDE)

Une scie qui fait dans la dentelle

L’entreprise Scies Miniatures s’est adressée à la HEIG-VD pour développer une scie de haute performance adaptée au domaine de la maroquinerie,

Entreprise basée à Vallorbe, Scies Miniatures fournit des lames de scie haut de gamme destinées à la bijouterie et au travail du bois. Depuis quelques années, Scies Miniatures propose également des machines pour le travail du bois, et notamment un modèle de scie à Chantourner nommée « Pégas ». Cette machine, appréciée dans le domaine amateur, fait figure de matériel semi-professionnel. Même si elle présente déjà de nombreuses qualités, Scies Miniatures souhaitait l’optimiser pour qu’elle puisse aussi être utilisée dans le domaine de la maroquinerie.

L’entreprise s’est donc tournée vers la HEIG-VD, qui, dans le cadre du projet « KitMarket », a développé un prototype fonctionnel de la nouvelle machine Pégas. Celui-ci engendre des vibrations significativement plus faibles que l’originale et présente une cinématique idéale pour la maroquinerie. Les essais réalisés par les ingénier-e-s de l’Institut COMATEC démontrent la pertinence des objectifs poursuivis par ce projet.

Contact :

Philippe Bonhôte

Professeur, Dép. des Technologies Industrielles

Le boîtier intelligent qui vous rappelle et dispense vos médicaments

La startup AdhereUP, fondée par Alexandre Maeusli, a obtenu en décembre 2021 la première tranche de financement Venture Kick pour un montant de CHF 10’000.-. Ce prix récompense le développement d’une nouvelle génération de piluliers ainsi que la persévérance de son fondateur dans le domaine très exigeant de la MedTech.

Terminée la répartition laborieuse des pilules dans les petits casiers du pilulier : AdhereUp développe un pilulier intelligent qui répond aux futurs standards de développement de la distribution des médicaments.

Chaque dose de médicaments pourra désormais être préparée en pharmacie, emballée séparément dans des petits sachets en plastique (appelés *blisters*). Une fois à domicile, la personne concernée place son rouleau de *blisters* dans un boîtier connecté à son smartphone qui lui rappelle l’heure de la prochaine prise de médicaments via une application.

Cette nouvelle solution facilite ainsi la collecte et la gestion des données liées au traitement, tant pour les patient-e-s que pour les acteurs et actrices de la santé. Ce service complet est particulièrement utile dans le cadre d’études cliniques, qui se déroulent sur plusieurs mois ou années.

Une solution en phase d’être brevetée

La start-up avait déjà obtenu en 2019 une bourse HEIG-VD Tech Grant d’une valeur de CHF 150’000.- et bénéficié d’un soutien de l’Institut Reconfigurable & Embedded Digital System (REDS) de la HEIG-VD ainsi que d’un coaching personnalisé dans le domaine MedTech. Le financement Venture Kick devrait permettre à l’entrepreneur de décrocher d’autres types de financements en vue de manufacturer le boîtier intelligent à large échelle. Un prototype de la technologie a déjà été développé et une demande de brevet a été déposée en novembre 2021.

Contact :

Noémie Délèze

Chargée de missions pour le support transversal Innovation et Entrepreneuriat, Institut Interdisciplinaire du Développement de l’Entreprise (IIDE)

1,25 millions pour commercialiser des piles à combustible innovantes

Avec ses générateurs électriques, INTERGIO contribue à la transition énergétique dans le domaine des énergies propres. La startup issue de la HEIG-VD et de l’EPFL a conclu en décembre 2021 un round d’investissement *pre-seed* de CHF 1,25 millions.

Les solutions classiques d’alimentation électrique hors réseau sont fortement dépendantes des conditions d’exploitation et nécessitent plusieurs services pour assurer un fonctionnement en continu.

Les piles à combustible développées par INTERGIO permettent de produire de l’énergie de manière fiable dans des endroits éloignés et difficiles d’accès. Cette nouvelle génération de batteries est bien plus légère que des produits comparables, offre une densité énergétique vingt fois supérieure aux batteries lithium et un rendement deux fois plus élevé qu’un générateur diesel.

Vers de l’électricité propre

Les piles à combustible ont un important potentiel pour contribuer à la décarbonisation et à la transition vers les énergies vertes. Cependant, malgré des investissements considérables, elles ne sont jusqu’ici pas parvenues à atteindre le marché de masse,

principalement en raison de leur complexité technique, de leur coût et de l'inaccessibilité du combustible (hydrogène).

Grâce à une approche innovante, INERGIO est parvenue à miniaturiser les systèmes d'alimentation des piles à combustible, ce qui permet une utilisation de nombreux types de carburants chimiques (liquides, renouvelables, hydrogène, etc.) et d'en augmenter considérablement l'autonomie. La startup a déjà développé un *minimal viable product* – un prototype viable.

Accompagnée par Privilège Ventures SA, une levée de fonds a été réalisée avec succès auprès de StartAngels Network, DART Labs et un groupe d'investisseurs privés. INERGIO utilisera les CHF 1,25 millions réunis pour lancer la commercialisation de son produit, procéder à la certification CE et étendre sa capacité de production. Elle a également été nommée pour la première année dans le Top 100 des startups suisses.

Contact :

Noémie Délèze

Chargée de missions pour le support transversal Innovation et Entrepreneuriat, Institut Interdisciplinaire du Développement de l'Entreprise (IIDE)

Soudure de précision à toute épreuve

Dans le cadre du projet TechSoudCell, la HEIG-VD a testé différentes méthodes de soudage pour assembler des cellules lithium-ion dans des batteries de haute qualité.

Leclanché SA est l'un des principaux fournisseurs de stockage d'énergie électrique de haute qualité, basé sur les technologies des cellules lithium-ion. Pour améliorer l'intégration de composants externes (appelés « cellules ») à des batteries sur mesure, une équipe de l'Institut de Conception mécanique et Technologie des matériaux (COMATEC) a étudié différents procédés de soudage. Ces assemblages doivent en effet être capables de résister aux vibrations, aux chocs ainsi qu'aux contraintes thermiques. Ils doivent également répondre aux différentes exigences de puissance.

Les procédés de soudage testés par COMATEC

Le soudage par résistance consiste à faire passer un courant électrique instantané de très forte intensité au travers des pièces à assembler: l'endroit où la résistance électrique est la plus grande est celui où la soudure se fait. Cette technique s'est dans l'ensemble avérée efficace, bien que limitée pour l'aluminium, qui

requiert un courant à trop haute intensité dans certaines conditions.

Le soudage laser permet quant à lui d'atteindre des densités de puissance extrêmement élevées grâce à la concentration d'un faisceau lumineux peu divergent et de longueur d'onde déterminée. Cette technologie est concluante, bien qu'elle demande une grande précision lors de l'accostage des pièces.

Le clinchage et le soudage microplasma n'ont en revanche pas montré de résultats probants dans ce contexte. Le premier est un procédé d'assemblage par déformation plastique à froid tandis que le second permet d'atteindre une température et une puissance spécifique supérieures aux méthodes habituelles de soudage à l'arc (TIG, MIG/MAG, etc.) grâce à l'apport d'un gaz supplémentaire.

Des essais complémentaires devront être réalisés tant sur la technique de soudage par résistance que celle du laser, notamment en vue d'affiner les paramètres et de diminuer les défauts des assemblages. La meilleure de ces deux technologies pourra être alors robotisée en vue d'être industrialisée.

Contact :

Randoald Müller

Professeur, Dép. des Technologies Industrielles (TIN)

L'intelligence artificielle pour optimiser la traçabilité de pièces manufacturées

Dans les domaines du médical ou de l'aéronautique, chaque pièce fabriquée doit pouvoir être suivie, notamment en vue d'opérations de contrôle et de mesure. En aéronautique, ces procédures consistent concrètement à remplir une fiche, appelée FAI (First Article Inspection – normes aéronautiques ISO EN 9100). Actuellement, ce remplissage est principalement réalisé manuellement, ce qui demande un temps considérable (chaque dessin technique nécessite entre 3 et 4 heures de travail).

Pour optimiser ce processus, une équipe l'Institut d'Automatisation Industrielle (IAI) de la HEIG-VD a développé, dans le cadre du projet Balloon, un outil d'analyse de dessins techniques. Recourant à l'intelligence artificielle, celui-ci est capable de générer rapidement une fiche FAI, en automatisant la séparation des vues, la lecture des cotations ainsi que la gestion des tolérances.

L'entreprise Meili Technology, mandataire de ce projet, ne fabrique pratiquement que des pièces uniques, ce qui représente le traitement d'une dizaine de dessins

par semaine. Grâce à ce nouvel outil, elle devrait économiser une centaine d'heures de travail par mois et donc faire des économies d'échelle considérables.

Contact :

Pierre Bressy

Professeur, Dép. des Technologies Industrielles (TIN)

Une caméra intelligente pour la métrologie optique

L'objectif du projet CIAM (caméra industrielle pour des applications de métrologie) consiste à développer une caméra intelligente comprenant un capteur optique CMOS performant (120 images/sec) et une électronique embarquée, basée sur un SoC-FPGA intégrant le traitement d'image en temps réel.

Dans le cadre de ce projet, l'institut Reconfigurable & Embedded Digital Systems (REDS) de la HEIG-VD a accompagné la PME BCD microtechnique SA dans son évolution vers l'électronique embarquée intégrant le traitement d'image. L'entreprise vaudoise a réalisé le développement de l'optique et de la carte électronique et le REDS a, lui, apporté ses compétences sur le design de la carte, plus spécifiquement pour le circuit SoC-FPGA Zynq de Xilinx.

L'institut REDS a ensuite collaboré avec un sous-traitant de BCD microtechnique SA pour reprendre le design FPGA d'acquisition des images en vue de le migrer dans la carte électronique conçue à cet effet. Le programme de traitement d'image en temps réel embarqué a quant à lui été développé et réalisé sur le circuit SoC-FPGA.

SoC: *System on Chip*

FPGA: circuit logique programmable

« *field-programmable gate array* »

CMOS: Complementary metal oxide semi-conductor, technologie de fabrication de composants électronique

Contact :

Etienne Messerli

Professeur, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)

OpenCN: une commande numérique open source pour l'industrie

Initié en 2019 par les instituts COMATEC, iAI et REDS de la HEIG-VD, le projet OpenCN est une commande numérique en temps réel pour les machines à haute performance dans le domaine des machines-outils et de la robotique. Ce logiciel libre est basé sur le système d'exploitation Linux utilisant une approche

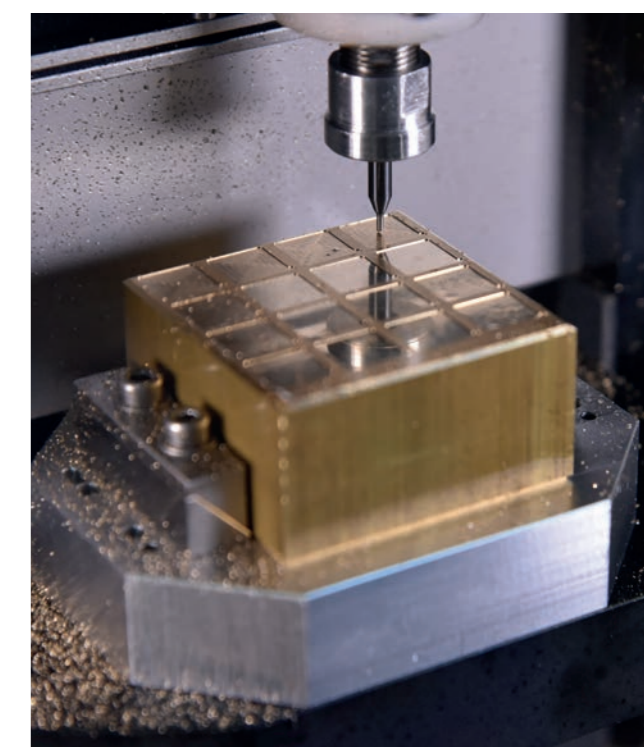
asymétrique (AMP). En 2021, deux nouveaux projets ont porté le développement d'OpenCN.

Deux départements de la HEIG-VD, Technologies de l'information et de la communication (TIC) et Technologies industrielles (TIN), sont impliqués dans le développement d'OpenCN. Ce projet de grande envergure mise sur une collaboration étroite de spécialistes en mécanique, informatique embarquée, contrôle et mathématiques appliquées pour l'optimisation de trajectoires.

Deux projets mis en mouvement par OpenCN

En 2021, le projet Covid CMR a permis à l'entreprise ISOCHRONIC AG de diriger son robot « pick and place », basé sur une cinématique novatrice, à l'aide d'OpenCN. La HEIG-VD a développé pour ISOCHRONIC un générateur de profil de mouvement, qui synchronise des axes sur une pièce mobile se trouvant sur un convoyeur.

Le deuxième projet, initié par le consortium industriel Innosuisse Closed Loop Manufacturing et piloté par la Haute École-ARC, comportait un volet confié à une équipe de la HEIG-VD. Son but était d'intégrer des algorithmes de détection de surface extrêmement sensibles pour améliorer l'usinage de pièces réalisées en plusieurs prises et réduire ainsi les coûts. Outre le traitement du signal haute fréquence, il était nécessaire de pouvoir contrôler le mouvement de la machine en temps réel à partir de signaux acoustiques afin de minimiser le temps de contrôle et l'impact sur la pièce.



COMPÉTENCES

PRODUCTION INDUSTRIELLE & MODÈLES D’AFFAIRES

Cette approche a été rendue possible grâce à la configuration ouverte d’OpenCN, qui permet d’intégrer dans la CN l’acquisition et le traitement des signaux et leur utilisation en temps réel pour contrôler les axes de la machine. Les résultats confirment la faisabilité industrielle : l’on obtient une répétabilité de 0.1 micron et une capabilité de 2 pour un positionnement cible de 10 microns, soit mieux qu’une erreur sur un million. De plus, le projet a montré que l’on peut obtenir ces résultats en exploitant des signaux disponibles en standard sur la machine, ce qui signifie que des capteurs – et des coûts – additionnels ne sont pas indispensables.

OpenCN tourne sur différentes plateformes, dont la classique PC/x86, ainsi que sur des solutions compactes « *low cost* » mais performantes (ARM-64 Raspberry Pi 4, ZynQ/ZCU106 et QEMU/virt64 offrant ainsi la possibilité de réaliser les développements dans un environnement émulé). Le logiciel a récemment évolué avec une version du noyau Linux 5.10 LTS (support à long terme). Le *framework* OpenCN permet désormais une *customisation* élevée à tous les niveaux. OpenCN, premier grand projet de logiciel libre de la HEIG-VD, est devenu entretemps une vitrine de la Haute École au niveau national et international. Les développements actuels d’OpenCN visent notamment à traiter en temps réel des signaux acoustiques hautes fréquences afin d’optimiser le procédé industriel.

Contact :

Alain Schorderet
Professeur, Dép. des Technologies Industrielles (TIN)

COMPÉTENCES

SANTÉ & SOCIÉTÉ

Formation de base

Option Management et système de santé

Après le succès du lancement en 2020 de l’option principale « Management dans le secteur de la santé », la filière économie d’entreprise offre aux étudiant-e-s la possibilité d’aller plus loin dans ce domaine. En effet, en 2021 la filière a ouvert l’Option « Management et système de santé ». Cette dernière vient donc agrandir l’offre du Bachelor HES en Économie d’entreprise, qui disposait déjà de trois options (Finance & gouvernance d’entreprise, Ressources humaines et Défis du management à l’ère de la digitalisation).

Cette nouvelle option offre aux étudiant-e-s de Bachelor en Économie d’entreprise l’opportunité de renforcer leur profil dans ce domaine. L’expertise de la HEIG-VD dans ce secteur, développée depuis plusieurs années en Ra&D par les membres de l’Institut Interdisciplinaire de Développement de l’Entreprise (IIDE) pourra ainsi bénéficier à la formation de base.

45 crédits pour se spécialiser en management de la santé

L’option « Management et système de santé » se compose d’un regroupement de 45 crédits ECTS à choix (option principale, options secondaires et travail de Bachelor), effectués par les étudiant-e-s de dernière année dans la thématique du management et de l’innovation, en particulier dans le domaine de la santé.

L’objectif de cette option est de développer une palette de compétences propres au management en les mettant en pratique sur le terrain complexe et interdisciplinaire de la santé. Elle s’adresse aussi bien aux étudiant-e-s désirant s’orienter dans le domaine de la santé, qu’aux personnes s’intéressant plus largement aux questions d’innovation et au travail interdisciplinaire.

Contact :

Laura Vinckenbosch
Professeure, responsable de la filière Économie d’entreprise, Dép. Haute École de Gestion (HEG)
Recherche appliquée & développement



Recherche appliquée & Développement

Mieux évaluer l’impact des médicaments, dispositifs médicaux et pratiques professionnelles sur l’organisation des soins

La HEIG-VD a contribué à l’élaboration d’un guide méthodologique permettant de cartographier et d’identifier les effets des technologies médicales innovantes sur l’organisation du système de santé.

Identifier et objectiver les impacts organisationnels

Les médicaments, dispositifs médicaux et autres pratiques professionnelles, outre leurs bénéfices thérapeutiques et diagnostiques, influencent l’organisation des soins, le travail des professionnel-le-s de la santé et le parcours des patient-e-s.

Actuellement, les autorités de santé françaises tiennent peu compte du facteur organisationnel pour décider du remboursement de ces technologies (sauf exception, telle que les tests rapides COVID).

Pour combler cette lacune, la HEIG-VD a contribué au développement d’un outil permettant de cartographier et d’identifier les effets des technologies médicales sur le système de santé. Rendue publique fin 2020, cette cartographie des impacts organisationnels est le fruit d’une collaboration de près de trois ans entre l’Institut Interdisciplinaire de Développement de l’Entreprise (IIDE) de la HEIG-VD, l’Institut de formation et de recherche sur les organisations sanitaires et sociales (IFROSS) de l’Université de Lyon 3 et la Haute Autorité de Santé française (HAS), équivalent français de l’Office fédéral de la santé publique.

« Cette cartographie répond à une vraie demande des industriels, souligne Caryn Mathy, professeure à la HEIG-VD en charge du projet. Les impacts organisationnels des nouveaux médicaments et autres technologies de santé pour les hôpitaux, les médecins généralistes, les patient-e-s ou les proches aidant-e-s peuvent révolutionner l'organisation des soins et cela pourra peser positivement dans la décision de remboursement des autorités de santé. »

Complémentaire aux études cliniques et économique

L'utilisation de ce nouvel outil d'évaluation, non obligatoire, pourrait s'avérer déterminante lorsque les impacts organisationnels sont probants, surtout s'ils contrebalancent une faible amélioration clinique ou s'ils ont des impacts économiques importants.

Contact:

Caryn Mathy
Professeure, Dép. Haute École de Gestion (HEG)

Repenser l'attractivité d'un logement pour limiter la consommation d'espace habitable

Dans le cadre du projet Innosuisse Smart Comfort, des chercheuses et chercheurs de la HEIG-VD et de la Haute école spécialisée de Lucerne (HSLU) développent un outil pour améliorer la qualité de futurs appartements destinés à la location, tout en optimisant leur taille.

Vers une saturation du marché du logement

Au cours des dernières décennies, la consommation d'espace de vie a augmenté de manière disproportionnée par rapport à la croissance de la population en Suisse. Ce phénomène, qui va à contre-courant des efforts actuels de densification urbaine, s'explique notamment par une tendance à augmenter la taille des nouvelles constructions d'appartements destinés à la location.

Or, construire de grands appartements (plus chers pour leurs futur-e-s locataires) risque de poser des difficultés de rentabilité et de durabilité. Le marché s'approche en effet de la saturation, avec la formation d'une offre excédentaire, en particulier hors des centres urbains. En outre, le sol est de plus en plus aménagé.

Plus qualitatif, moins cher

Face à cette problématique, une solution pour favoriser la rentabilité et la durabilité d'une nouvelle construction est de renforcer la qualité des appartements en repensant le plan des étages, plutôt qu'en misant sur l'emplacement ou le prix locatif.

De tels appartements, attrayants et à prix raisonnables, présentent des avantages sur le marché pour certaines catégories de locataires, en fonction des critères qui entrent en jeu dans leur choix de logement.

Un outil novateur de planification et d'évaluation

Le projet Innosuisse Smart Comfort répond à cette problématique. Mené par la HEIG-VD et la HSLU, en partenariat avec la SUVA et plusieurs autres acteurs commerciaux (Marrazzi Losinger AG, Deon Architekten AG), il vise à développer un outil de planification et d'évaluation pour optimiser l'espace d'un logement en fonction des préférences des locataires.

Ce nouveau type de logement, allant du trois au cinq pièces, est plus petit et utilise moins de sol, mais garantit au moins autant d'attractivité et de qualité de vie que des appartements plus grands. Il s'agit d'un outil novateur qui favorise l'adéquation des futures constructions de logements avec les objectifs de durabilité écologique et d'optimisation des ressources.

Contact:

Gabrielle Wanzenried
Professeure, Dép. Haute École de Gestion (HEG)

Un nouvel implant contre les douleurs dorsales

Dans le cadre de ce projet Innosuisse, la start-up InnoSpina s'est associée à la Haute École-ARC et la HEIG-VD pour développer et tester une nouvelle génération d'implant intervertébral. Grâce à sa flexibilité et à son capteur intégré, le *Smart-Dynamic Spine Implant* traite les maux de dos et facilite le suivi postopératoire. Cette nouvelle référence pour le traitement chirurgical permet en outre de réduire considérablement les coûts.

Un défi interdisciplinaire

Développer un implant multifonctionnel exige de réunir des compétences médicales, métrologiques, électroniques, mécaniques et de fabrication. Pour relever ce défi interdisciplinaire, le Dr Jacques Samani, Nicole Beuchat et Gwenael Hannema, co-fondateurs de la start-up InnoSpina, s'associent aux équipes du Prof. Alexis Boegli de HE-ARC et du Prof. Alain Schorderet de la HEIG-VD.

Un implant intelligent

De ce projet financé par Innosuisse naît une solution de mesure originale: ce nouvel implant intervertébral est muni d'un capteur flexible, permettant d'effectuer une surveillance lors de l'opération chirurgicale d'implantation ainsi que lors du suivi postopératoire. Les ingénieurs-e-s de la HEIG-VD recourent à l'optimi-

sation topologique et paramétrique pour améliorer la forme et les dimensions de l'implant. Grâce à ces techniques, il est possible de prendre en compte les contraintes de la mesure, de l'électronique, des procédés de fabrication additive métallique et de la résistance en fatigue.

Contact:

Alain Schorderet
Professeur, Dép. des Technologies Industrielles (TIN)

NeoCare, l'implant cardiaque pour nouveau-né-e-s

La HEIG-VD est en charge du développement et de la fabrication d'une première série de prototypes fonctionnels d'un implant cardiaque pour nouveau-né-e-s. Cet implant, contrôlable à distance, contribue à raccourcir le séjour hospitalier et à éviter une seconde opération.

Contrôlable à distance

NeoCare est un implant cardiaque pour nouveau-né-e-s pouvant être contrôlé à distance au moyen d'une unité de commande externe. La pression artérielle peut dès lors être régulée après son implantation, sans devoir accéder physiquement au dispositif. Les séjours en soins intensifs sont ainsi raccourcis et le besoin de réopérer évité. De plus, l'ajustement sans fil innovant du système permet aux chirurgien-ne-s et aux cardiologues de développer de nouvelles possibilités de traitement adaptées aux besoins de leurs tout jeunes patient-e-s.

Fabrication de prototypes fonctionnels

La HEIG-VD s'est chargée du développement des divers éléments électroniques qui composent le système médical implantable NeoCare. Une fois la nouvelle ergonomie validée par les partenaires médicaux, la phase de fabrication a débuté. Les premiers lots de prototypes d'implants fonctionnels permettent désormais de réaliser des tests de vieillissement et de robustesse et de caractériser l'ensemble des modules actifs qui composent le dispositif.

Contact:

Pascal Coeudevez
Responsable de groupe de recherche, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)



Repenser la fabrication des thérapies cellulaires et géniques

La HEIG-VD s'associe à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) et à l'Université de Genève (UNIGE) pour relever le défi de l'automatisation de la production de traitements contre le cancer.

Les récentes avancées en matière de thérapie cellulaire et génique (CGT) représentent une révolution pour la médecine personnalisée. Ces « médicaments vivants » s'appuient sur les dernières connaissances en matière d'ingénierie cellulaire et d'immunologie. Constitués de cellules modifiées, ils donnent au système immunitaire des patient-e-s un coup de pouce significatif dans la lutte contre leur tumeur. Des résultats spectaculaires ont été obtenus chez de jeunes enfants souffrant de leucémie aiguë lymphoblastique, mais aussi chez des adultes atteint-e-s d'autres formes de cancer du sang. Dans la plupart des cas, les patient-e-s peuvent être guéri-e-s en une seule injection.

Compte tenu des progrès rapides, il est probable que dans dix ans la CGT guérisse chaque année plus de 2 millions de personnes atteintes de tous types de cancer. Cependant, ceux-ci sont si compliqués à produire qu'actuellement, seul-e-s quelques milliers de patient-e-s peuvent y accéder chaque année, pour un coût qui oscille entre CHF 250'000 et 500'000 par dose. Sans une amélioration importante des méthodes de fabrication, seule une minorité bénéficiera de ces traitements novateurs.

Un projet Innosuisse pour développer une solution

Le consortium de recherche a reçu un financement de près de CHF 700'000.- d'Innosuisse pour démontrer l'efficacité d'une plateforme technologique conçue pour standardiser et automatiser la fabrication des CGT. En réalisant toutes les étapes de ce processus



complexe au sein d'un seul appareil, cette solution est une alternative attrayante aux installations utilisées actuellement, coûteuses à construire et à entretenir.

De plus, l'automatisation du processus élimine les erreurs dues aux interventions humaines. Ces caractéristiques pourraient un jour permettre de déplacer la production directement à l'hôpital, et de gagner ainsi du temps en simplifiant la logistique, avec pour effet une réduction des coûts et une plus grande accessibilité à ces traitements personnalisés.

Une telle plateforme répondra aux besoins des organisations impliquées dans les différentes étapes de développement de nouveaux produits CGT, de la recherche préclinique à la commercialisation.

« Il existe un besoin clair et urgent, et ce projet nous donne les moyens nécessaires à la validation de notre prototype. »

Dr Yann Pierson, inventeur de la technologie et co-initiateur du projet avec le Dr Luc Henry, tous deux chercheurs dans le Laboratoire de bio-ingénierie des cellules souches à l'EPFL.

Pour relever le défi : une équipe hautement interdisciplinaire

Les ingénieur-e-s en automatisation industrielle de la HEIG-VD, sous l'égide du Prof. Didier Maillefer, sont en charge de développer et de tester des fonctionnalités indispensables à la mise en œuvre des principales caractéristiques de la plateforme. Le prototype sera ensuite testé pour la production de thérapies cellulaires dans le laboratoire du Prof. Denis Migliorini, de la Faculté de médecine de l'UNIGE. Le médecin-chercheur est un spécialiste des thérapies cellulaires appliquées au cancer du cerveau, dont le laboratoire est situé au Centre de recherche translationnelle sur le cancer AGORA, à Lausanne.

« Nous étions déterminés à faire appel aux meilleur-e-s chercheuses et chercheurs pour maximiser nos chances de réussite. La communauté AGORA est l'environnement idéal pour un tel projet : un mélange d'institutions de classe mondiale accueillant des expertes et experts dans tous les domaines nécessaires à la réalisation de cet exploit technologique. »

Contact :

Didier Maillefer

Professeur, Dép. des Technologies Industrielles (TIN)

Un *serious game* pour se former à la médecine d'urgence

La HEIG-VD et les Hôpitaux universitaires de Genève (HUG) s'associent dans le cadre d'un projet Innosuisse pour développer une solution d'entraînement des professionnel-le-s de la santé à la gestion médicale des événements majeurs.

Les événements majeurs, tels que d'importants accidents de la route, des incendies ou des attaques terroristes sont des situations complexes où les professionnel-le-s de la santé doivent simultanément trier les victimes selon les priorités médicales, coordonner les soins aux blessé-e-s et gérer leur évacuation vers les hôpitaux, tout en garantissant la cohérence des mouvements des ambulances et hélicoptères.

Pour développer leur capacité à agir dans ces situations délicates, les entraînements sont nécessaires. Pour ceci, des simulations d'accident sont organisées sur plateau ou lors d'exercices de terrain impliquant plusieurs dizaines ou centaines de participant-e-s.

Entraînement dans un environnement virtuel

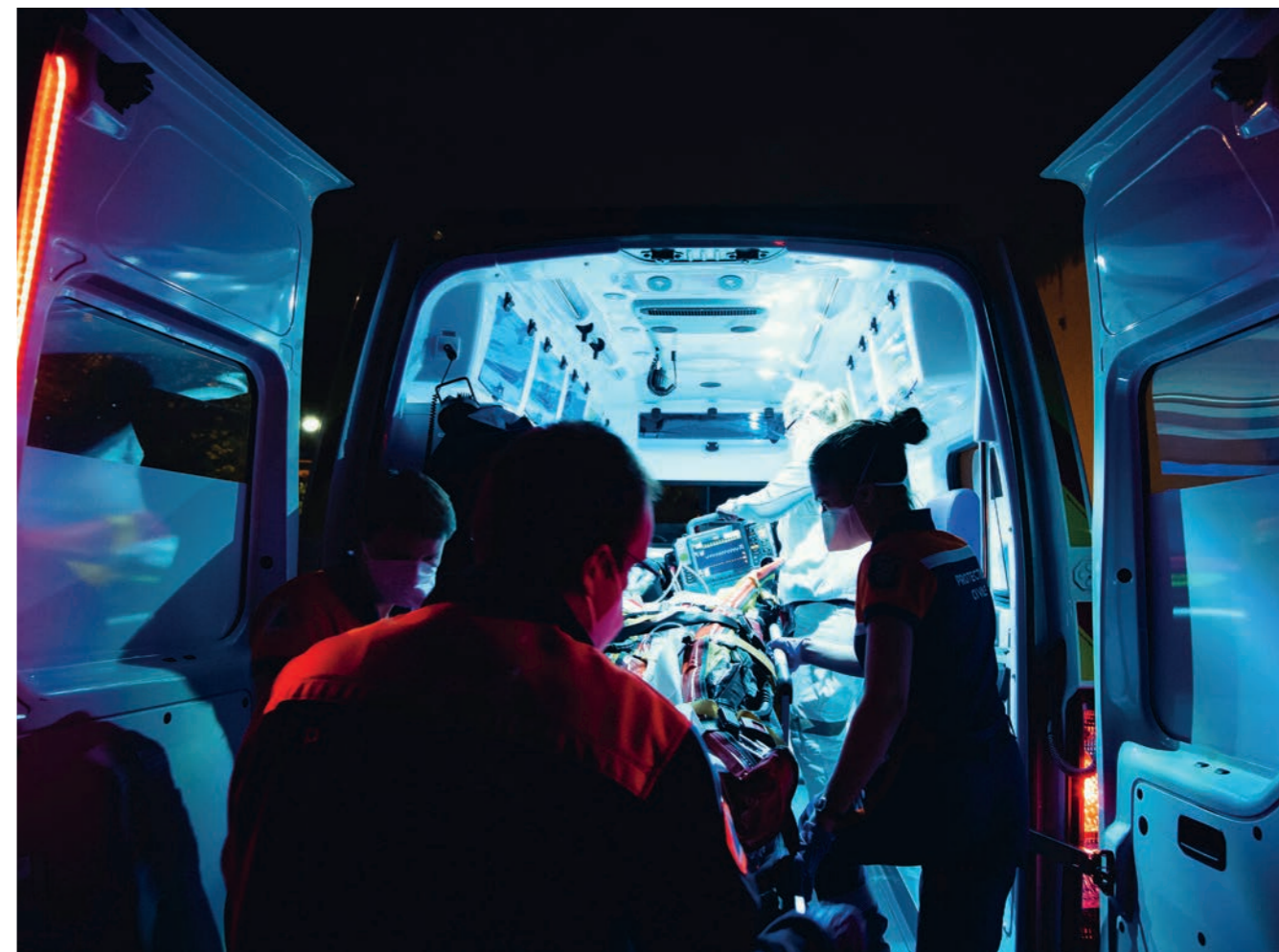
Pour compléter ces simulations, la HEIG-VD et les HUG mettent en commun leurs expertises médicales, pédagogiques et informatiques pour développer un *serious game* qui reproduit virtuellement différents scénarios d'accidents. Les professionnel-le-s de la santé y endossent des rôles tels que médecin-chef-fe des secours, d'ambulancier-ère ou de responsable du poste médical avancé. Le système permet l'analyse du fonctionnement des secouristes dans la gestion de l'événement et de mieux comprendre l'organisation des secours.

En améliorant la préparation à la gestion des événements majeurs, ce *serious game* contribue à augmenter les chances de survie des victimes tout en réduisant les coûts de formation.

Contact :

Dominique Jaccard

Professeur, Dép. Communication, Engineering, Management (COMEM+)



L'intelligence artificielle au service du 144

Dans le cadre d'un projet européen Interreg, mené en collaboration avec le Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV), l'Université de Franche-Comté (UBFC), le Centre hospitalier régional universitaire (CHU) de Besançon et plusieurs entreprises, la HEIG-VD a mis sur pied de nouveaux logiciels d'intelligence artificielle pour l'aide à la décision médicale.

Les centres de régulation des hôpitaux jouent un rôle majeur dans l'organisation et la gestion des ressources sanitaires (ambulances, hélicoptères, etc.). Ils doivent prendre en compte de nombreux paramètres, tels que la charge des services d'urgence, la disponibilité des lits d'hospitalisation ou encore la localisation des patient-e-s.

Pour optimiser ces différentes variables et permettre aux hôpitaux d'assurer un service de qualité, la HEIG-VD propose un nouveau logiciel d'aide à la décision pour les centres de régulation. Celui-ci intègre des données complémentaires aux moyens déjà utilisés par les hôpitaux: la localisation, l'agenda des événements, l'historique des interventions, le trafic routier et les conditions météorologiques.

Contact:

Stephan Robert
Professeur, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)
Liens: www.stephan-robert.ch/systeme-dintelligence-artificielle-regulation-medical-des-urgences-sia-remu
À noter que la HEIG-VD avait déjà mis sur pied une solution d'intelligence artificielle pour les hôpitaux dans le cadre du projet CALAI: <https://heig-vd.ch/accueil/2020/05/04/calai-solution-dintelligence-artificielle-pour-les-hopitaux>

Un accueil en EMS centré sur la personne

Les équipes de l'Institut Interdisciplinaire du Développement de l'Entreprise (IIDE), aux côtés de la Fondation Saphir, s'investissent dans le développement d'une nouvelle manière d'accueillir les personnes âgées en établissement médico-social (EMS).

Depuis mars 2021, l'EMS pilote Montchoisi à Orbe propose un accueil «comme à la maison» à ses 84 résident-e-s: les activités sont déterminées par les personnes âgées; celles-ci sont consulté-e-s sur tout (individuellement et collectivement) et leurs relations avec leur famille sont valorisées au même titre que les prestations médicales ou d'hygiène.



Quant aux équipes, polyvalentes et en tenue de ville, elles adaptent leur travail au fil de la journée. Elles sont interdisciplinaires, autonomes et autogouvernées. Inspiré d'un mouvement qui se développe depuis plus de vingt ans aux États-Unis, ce modèle a été popularisé dans le monde francophone par l'association Carpe Diem, spécialisée dans l'accueil de personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer.

Évaluation scientifique

Si cette évolution des pratiques en EMS semble tout à fait réjouissante, un tel bouleversement de pratiques (parfois ancrées depuis de nombreuses années) peut s'avérer un exercice complexe pour le personnel.

Une évaluation scientifique est donc en cours, ayant pour objectif d'analyser la mise en œuvre de ce nouveau modèle ainsi que son impact sur la qualité de vie des résident-e-s et la satisfaction du personnel.

La recherche, réalisée par la HEIG-VD et la Fondation Saphir, est soutenue financièrement par la Fondation Leenaards et la Fondation Roger De Spoelberch. Elle est suivie par un comité scientifique formé d'expert-e-s du vieillissement et de la gestion des établissements de santé.

Contact:

Céline Desmarais
Professeure, Dép. Haute École de Gestion (HEG)

Mieux détecter les micro- et nanoplastiques

Les particules de plastique sont omniprésentes dans l'environnement: on en trouve dans l'eau, dans l'atmosphère ou encore dans les aliments. Selon les dernières estimations, quelque 5,25 trillions de particules de plastique sont présentes dans les océans. En 2020, l'utilisation du plastique a atteint un pic, entraînant d'importants problèmes de sécurité environnementale.

Comprendre le rôle des micro- et nanoplastiques (MNP) dans la réponse immunitaire

Le projet IMPTOX est une plateforme analytique innovante, rassemblant douze partenaires de huit pays européens, dont le groupe CI4CB de l'Institut des Technologies de l'Information et de la Communication (IICT) de la HEIG-VD.

Cette plateforme étudie l'impact des MNP sur la sécurité alimentaire et la santé humaine. Se focalisant sur les interactions entre le système immunitaire et les MNP, les chercheuses et chercheurs tentent d'expliquer comment ces derniers attirent et se lient à des allergènes, micro-organismes pathogènes, métaux et autres toxines nocives pour l'humain. Elles et ils cherchent ainsi à comprendre le rôle des MNP dans la réponse immunitaire.

Détecter les MNP grâce au machine learning

Ce type de recherche requiert le développement et la consolidation de méthodes de détection et d'analyse très précises. Parmi celles-ci, la microscopie FTIR (*Fourier Transform InfraRed Spectroscopy*) combine la microscopie et la spectroscopie pour générer des images de haute résolution, complexes et riches en informations.

En raison de la particularité des données étudiées, l'équipe CI4CB a choisi de recourir au *machine learning* pour accélérer et perfectionner la détection des MNP. Cette technique permet de détecter de façon optimale les microplastiques dans les images, qui sont ensuite soumises à des expert-e-s pour validation.

Ces outils sont rendus disponibles par le biais de licences *open source*, afin d'étendre leur impact au-delà des objectifs du projet.

Contact:

Carlos Peña
Professeur, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)

CycleCare, une idée lumineuse pour améliorer la sécurité des cyclistes

Quatre étudiant-e-s de la HEIG-VD envisagent de fonder une start-up pour développer *CycleCare*, un projet d'éclairage performant pour vélos. Son fort potentiel entrepreneurial est salué par Innosuisse, qui lui accorde un soutien financier de CHF 1000.-.

CycleCare est une solution d'éclairage simple, novatrice et peu coûteuse pour les cyclistes: leur sécurité est renforcée grâce à l'intégration sur le guidon de lumières dotées de batteries puissantes, d'un système d'éclairage avant et arrière et de lasers de marquage au sol. Alors que le domaine de la mobilité douce est en plein essor, cette solution offre une visibilité optimale pour les trajets de nuit.

Arthur Claessens, inscrit au cours Business Concept de la HEIG-VD, a convaincu trois camarades, Abdelkalek Benhsina, Lorenz Poffet et Sophie Völlmin, de rejoindre son projet entrepreneurial. L'équipe ainsi formée rassemble des compétences variées et interdisciplinaires, allant du développement de produit à sa promotion sur le marché.

«Grâce au cours Business Concept, j'ai acquis une vision à 360 degrés de la start-up. Des compétences essentielles que j'ai directement pu appliquer à mon projet de lumières pour vélos. Je le recommande à toutes celles et tous ceux qui s'intéressent à l'innovation et l'entrepreneuriat!» Arthur Claessens, fondateur du projet *CycleCare*

Contact:

Nathalie Nyffeler
Professeure, responsable Innovation & Entrepreneuriat



L'IoT et l'AI, bons conseillers des producteurs de fruits

La HEIG-VD apporte son expertise et ses compétences en analyse intelligente de données et en conception de solutions IoT (internet des objets) dans un projet interdisciplinaire visant à concevoir une plateforme d'aide à la décision dans le domaine de l'agriculture de précision.

Les variations climatiques quotidiennes sont imprévisibles à long terme et ont un impact direct sur la croissance et la qualité des fruits. L'objectif de ce projet, financé par Innosuisse, est de concevoir, de développer et d'évaluer un système d'aide à la décision accompagnant les productrices et producteurs maraîchers et arboricoles pour maximiser la qualité et le rendement des récoltes, en s'inscrivant dans une démarche de développement durable.

Des récoltes de plus en plus soumises aux aléas climatiques

Aujourd'hui, les vergers commerciaux sont de plus en plus dépendants d'une irrigation adaptée. Afin d'assurer les meilleurs rendements et d'optimiser la qualité commerciale, les outils de suivi les plus couramment utilisés sont basés sur l'humidité du sol. Un plus grand degré de précision ne peut être obtenu que par l'intégration d'indicateurs basés directement sur les plantes et les fruits, en particulier un suivi de leur stress hydrique et de leur croissance.

En serre, les productrices et producteurs de tomates maîtrisent les conditions abiotiques – ce qui permet une conduite optimale des cultures – mais sont soumis-e-s aux aléas climatiques externes à la serre. Ces derniers ont en effet pour conséquence directe, qui peuvent affecter jusqu'à 30 % leurs rendements et leurs chiffres d'affaires.

Dendromètre de fruits connecté, données microclimatiques et algorithmes d'apprentissage automatique

Depuis le 1^{er} novembre 2021, les chercheuses et chercheurs de l'Agroscope (centre de compétence de la Confédération pour la recherche agronomique) et de la HEIG-VD accompagnent l'entreprise JDC Electronic SA dans la conception d'une solution basée sur sa nouvelle gamme de capteurs connectés. Ils développent un dendromètre de fruits et une station de mesures climatiques intégrée, dédiés à l'agriculture.

Dans ce projet, Agroscope apporte son expertise en développant une application agricole capable de tenir compte des besoins et des contraintes des productrices et producteurs fruitiers et maraîchers. Le centre de compétences conduit par ailleurs des essais sur le

terrain et récolte des données sur la croissance des fruits, qui serviront à concevoir et à évaluer des modèles de suivi et de conseil.

La HEIG-VD développe quant à elle des modèles de croissance des fruits, mêlant l'expertise des agronomes et l'apprentissage automatique. Elle conçoit en outre une plateforme IoT permettant de récolter, stocker, analyser et restituer des conseils pour optimiser les récoltes en ajustant l'irrigation des vergers et des serres, et donc de minimiser les risques de désordres physiologiques et de stress.

Contact:

Laura Elena Raileanu

Professeure, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)

Fabien Dutoit

Maître d'enseignement, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)



PACMan - Dispositif portable pour l'analyse de la fertilité

Des études récentes le confirment, l'infertilité masculine est une réalité de plus en plus préoccupante. Les spermogrammes sont actuellement effectués dans des laboratoires spécialisés dotés d'équipements de pointe, encombrants et onéreux. Réalisés par du personnel qualifié, ils sont de plus chronophages et coûteux. Un projet mené par la HEIG-VD développe une alternative portable, peu coûteuse et simple d'utilisation.

L'objectif de ce projet est de concevoir un appareil portable à bas coût, utilisable en dehors des conditions de laboratoire, capable d'effectuer les mesures essentielles du sperme humain, mais aussi animal. La technologie développée permet une analyse standardisée, fiable, rapide et répondant aux normes en vigueur. Grâce à elle, un spermogramme peut être directement réalisé dans un cabinet médical lors de consultations de routine.

Pour garantir son coût minimum et son accessibilité, l'appareil comprend uniquement les parties optiques, mécaniques et électroniques nécessaires à l'acquisition des images microscopiques. Il est accompagné d'une application mobile sur laquelle le prétraitement et l'analyse des images sont effectués. Celle-ci permet également de contrôler l'appareil et guide l'utilisateur-trice lors du processus d'acquisition des images.

L'appareil pourra également être utilisé dans le cadre du contrôle de la qualité des semences fournies pour l'insémination artificielle des animaux d'élevage et pour réaliser des études de terrain sur des animaux sauvages, tels que les poissons de rivière.

Contact:

Laura Elena Raileanu

Professeure, Dép. des Technologies de l'Information (TIC)

Publication: Portable tool for analyzing male fertility based on the measurement of sperm concentration

and motility Nogueira, Tatiana; Gomez Baisac, Loris; Najdenovska, Elena; Dutoit Fabien; Karlova Yulia; Karlov Alexandre; Cuisenaire, Olivier; Raileanu, Laura Elena; Roux, Adrien, Proceedings of Swiss Symposium in Point-of-Care Diagnostics, 10-2020

PRITS, un serious game pour apprendre les droits des patient-e-s

Le projet PRITS (*Patients' Rights & Innovative Teaching Strategy*) s'inscrit à la frontière de trois disciplines: la santé, le droit et l'ingénierie. Il vise à développer un serious game pour soutenir les étudiant-e-s de la Haute École de Santé Vaud (HESAV) dans leur apprentissage des règles juridiques dans le domaine de la santé.

Le projet multidisciplinaire PRITS, soutenu par le Centre de compétences numériques de la HES-SO, tisse des liens entre la santé, le droit, la pédagogie et l'ingénierie. Il s'inscrit dans la stratégie numérique de la HES-SO, et plus particulièrement dans sa mission d'enseignement à l'ère numérique.

Appliquer les droits des patient-e-s, un enjeu de taille pour les professions de la santé

Pour les professionnel-le-s de la santé, connaître et mettre en pratique les droits des patient-e-s comporte de multiples défis. Nombreuses sont en effet les situations de soin soulevant des questions d'ordres juridique et éthique. Les droits des patient-e-s font dès lors partie intégrante des cours de droit de la santé enseignés à HESAV durant l'année propédeutique santé ainsi que dans les différentes filières Bachelor et en formation continue.

Connaître le cadre légal et sa mise en œuvre est en effet essentiel à l'établissement d'un lien de confiance et au développement de la relation thérapeutique entre patient-e-s et professionnel-le-s de la santé.

Se confronter à des situations professionnelles réelles

Un *serious game*, notamment développé par des chercheuses et chercheurs de la HEIG-VD, permet désormais de développer ces compétences. Un logiciel ludique et stimulant propose aux étudiant-e-s des situations pratiques similaires à celles de la vie réelle, renforçant ainsi leur engagement ainsi que leur sentiment d'efficacité dans leur processus d'apprentissage. Par exemple, les joueuses et joueurs doivent informer leur patient-e des conséquences d'une décision thérapeutique, assurant ainsi leur droit à l'information.

L'importance de donner sens aux apprentissages
Le design pédagogique du *serious game* comprend



autant le design des activités du jeu que celui des activités autour du jeu, telles que le prébriefing et le débriefing. Les problématiques relatives aux droits des patient-e-s sont implémentées dans les scénarios de jeu et s'illustrent par toute une variété de dialogues entre soignant-e et patient-e virtuel-le.

L'apprentissage est soutenu par des exercices complémentaires: hors du jeu, il est renforcé au travers du débriefing et des retours des enseignant-e-s sur le lien entre les situations de jeu et des situations rencontrées dans la pratique (par exemple durant les stages). La conception du jeu est soutenue par les théories constructivistes de l'apprentissage et repose sur l'idée principale que les compétences sont construites en essayant de leur donner sens.

Contact:

Dominique Jaccard
Professeur, Dép. Communication, Engineering, Management (COMEM+)

MyRehab@Home

Au sein de la Plateforme Ingénierie Santé, la HEIG-VD développe une application mobile facilitant la rééducation à domicile à la suite de la pose d'une prothèse de genou.

Chaque année dans le monde, on dénombre la pose d'un million de prothèses de genou! En Suisse, ce nombre s'élève à 17'000. Avec le raccourcissement du temps d'hospitalisation après une chirurgie, le besoin des patient-e-s en soutien, guidance et motivation dans leur rééducation à domicile devient largement plus important.

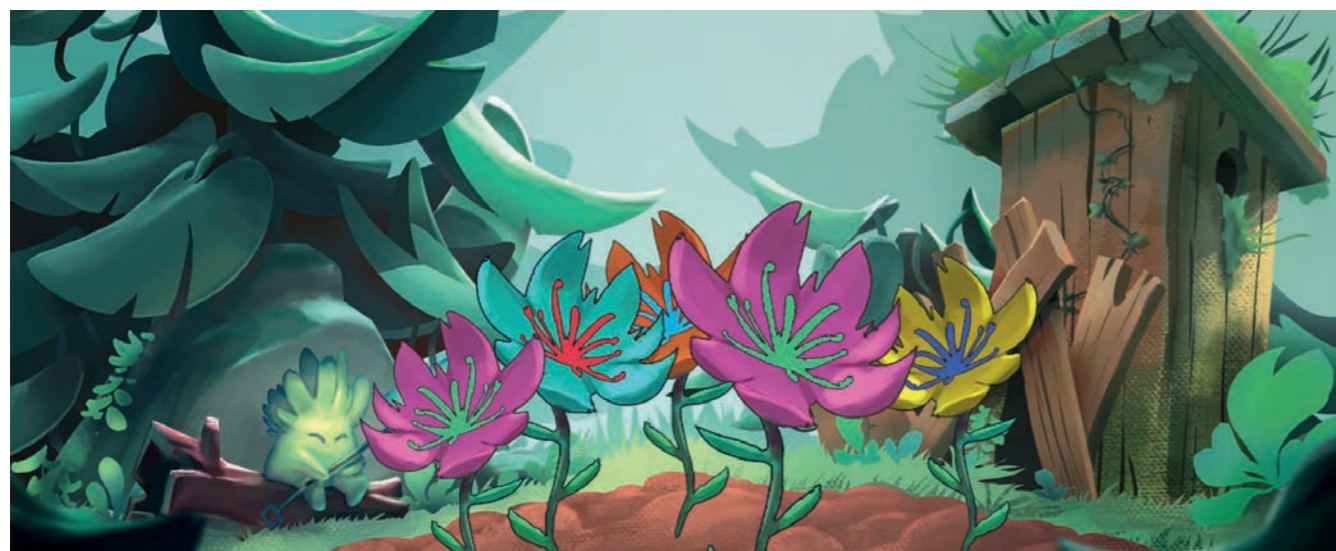
Pour les accompagner, une application sur Android a été développée. Elle offre un biofeedback en temps réel, grâce à des capteurs inertiels (Physilog 6S) placés autour du genou. Sur la base de ces informations, elle propose aussi plusieurs exercices sous la forme de *serious game* à la personne en cours de rééducation, tels que des flexions et des extensions de la jambe.

Le niveau de difficulté peut être ajusté en fonction de l'amplitude maximale et les résultats sont présentés sous forme de graphique.

Ce programme interactif, progressif et personnalisable offre une plus grande autonomie aux patient-e-s, ce qui améliore leur adhésion à leur rééducation. Le suivi des résultats dans le processus de rééducation se trouve par ailleurs facilité.

Contact:

Laura Elena Raileanu
Professeure, Dép. des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)
Jennifer Masset
Professeure, Haute École de Santé Vaud (HESAV)



Un jeu virtuel pour s'éveiller aux technologies

La HEIG-VD a développé une application de découverte de la robotique et de la programmation destinée aux plus jeunes. Une manière différente et ludique d'apprendre, grâce aux technologies numériques.

En mars 2019, l'Institut d'ingénierie des médias (MEI) de la HEIG-VD et l'Espace des inventions lançaient une série d'ateliers d'éveil à la technologie conçue à l'aide du robot modulaire Thymio, développé initialement par l'EPFL et l'ECAL. La « Mission Thymio » invitait les enfants âgés de 9 à 13 ans du canton de Vaud à appréhender de façon ludique la robotique et la programmation.

Placé en condition d'aventuriers, le jeune public devait relever des défis par équipes pour trouver le code secret d'une valise qui renfermait un mystérieux trésor. Le concept a connu un très grand succès à son lancement, mais ce format en présentiel a été brusquement interrompu avec la fermeture des écoles en mars 2020 en raison du Covid-19.

Le MEI et l'Espace des inventions ont alors réfléchi à la « dématérialisation » de ce type d'activité à l'aide d'un jeu éducatif mêlant lecture interactive et exploration libre. Des modes de jeu variés y permettent à l'enfant d'acquérir la matière selon diverses approches pédagogiques. En outre, le scénario se déroule dans une version virtuelle de l'Espace des inventions, faisant de ce jeu le volet extra-muros et numérique d'une future exposition sur la robotique, qui sera présentée, dès 2023, en Suisse et à l'étranger.

L'application développée à la HEIG-VD a été mise en ligne début 2022. Après une phase de tests, une version simplifiée accompagnée de supports pédagogiques pour une utilisation en classe a également été lancée pour de plus jeunes enfants. Une version alémanique est également en préparation pour élargir sa diffusion en Suisse.

Texte adapté de l'article de Claire-Lise Rimaz, paru dans le magazine Leader 4/2021.

Contact:

Daniel Rappo
Professeur, Directeur de l'Institut d'ingénierie de médias, Dép Communication - engineering - management (COMEM +)



LA HEIG-VD EN FAITS

La HEIG-VD a lancé douze projets d'innovation dans le but de soutenir le tissu socio-économique vaudois	p. 56
Sondage portant sur les discriminations en tous genres et le respect de la diversité à la HEIG-VD	p. 56
Campagne de sensibilisation et de prévention contre les discriminations en tous genres	p. 56
Toilettes inclusives	p. 56
Ana Nogareda Directrice adjointe	p. 57
Sarah Turin Studach Cheffe du service Communication & Vie du campus	p. 57
Marie Jobin Responsable de missions stratégiques	p. 57

La HEIG-VD a lancé douze projets d'innovation dans le but de soutenir le tissu socio-économique vaudois.

Fin 2020, les professeur-e-s, chercheurs et chercheuses de la Haute École ont été invité-e-s à proposer des projets de Ra&D en collaboration avec des entreprises et institutions vaudoises dont l'activité a été affectée de manière importante et durable par la crise sanitaire. Un jury composé de la Direction de la HEIG-VD et de personnalités du secteur économique de la région a sélectionné douze projets innovants. Les résultats de ces projets devraient apporter un soutien significatif et durable au tissu socio-économique vaudois.

La HEIG-VD a contribué au financement de chaque projet à hauteur de maximum CHF 50'000.-. Une contribution a également été fournie par le partenaire externe du projet. La HEIG-VD a ainsi attribué CHF 538'000.- à l'ensemble des partenaires.

Qui sont-ils? Essentiellement des start-up et des PME de la région, telles que Tyxit, Inergio Technologie, Meili Technology, Flybotix et Pittet Artisans. D'autres entreprises, comme Leclanché, ainsi qu'un partenaire à but non-lucratif, l'Espace des Inventions, ont également bénéficié de ce soutien.

Conçus pour faire face à la situation sanitaire actuelle, ces projets ont une durée de quelques mois. À la fin de l'année 2021, leurs résultats ont été présentés au jury de sélection, aux entreprises et institutions partenaires et à d'autres acteurs de la région.

Découvrez ces douze projets dans la partie « 5 compétences » de ce rapport annuel :

- Balloon; Pierre Bressy
- CIAM; Etienne Messerli
- CMR; Raoul Herzog
- Digiphoto; Romuald Mosqueron
- EcoAbri; Marco Viviani
- Edigital; Daniel Rappo
- EVOLVE; Anna Lupina
- Il-grid; Mauro Carpita
- KitMarquet; Philippe Bonhôte
- RT- COMUZ; Pierre Favrat
- TechSOudCell; Randoald Müller

Sondage portant sur les discriminations en tous genres et le respect de la diversité à la HEIG-VD

Un sondage a été réalisé entre fin novembre et début décembre 2020 auprès de l'ensemble de la communauté HEIG-VD. Les résultats ont été présentés au début de l'année 2021. 480 réponses ont été reçues sur les 2'300 questionnaires envoyés, soit un peu plus de 20%. Les objectifs du questionnaire étaient les suivants :

- Mesurer la connaissance des mesures mises en œuvre à la HEIG-VD.
- Récolter les opinions et témoignages sur les différentes formes que peuvent prendre les discriminations.
- Servir de base au développement d'une campagne de sensibilisation et de prévention en la matière; cibler les futures actions à entreprendre.

Les résultats du sondage ont également permis de faire remonter des situations ou des comportements respectueux de l'égalité et de la diversité au sein de la HEIG-VD. Elles ont également montré que toutes les mesures mises en œuvre n'avaient pas la même visibilité. Deux mesures ont suivi l'analyse des résultats du sondage, faisant l'objet des deux points ci-dessous :

Campagne de sensibilisation et de prévention contre les discriminations en tous genres

Une campagne d'envergure, co-financée par la HES-SO, a été développée en 2020 en partenariat avec une agence de communication.

Les objectifs visés étaient de sensibiliser le personnel et les étudiant-e-s aux différentes formes que peuvent prendre les discriminations et de visibiliser le groupe de personnes ressources internes. Normalement prévue pour l'année 2021, elle a été reportée tant que la présence des étudiant-e-s et des membres de la communauté HEIG-VD était susceptible d'être restreinte en raison de la pandémie de COVID-19. Toutefois, les cadres ont suivi des formations en matière de sensibilisation aux discriminations.

Toilettes inclusives

En 2021, la HEIG-VD a mis à disposition des toilettes inclusives sur les sites de la route de Cheseaux et du Centre St-Roch.

Nouvelles attributions de fonctions à la HEIG-VD.

Ana Nogareda Directrice adjointe

Auparavant Directrice opérationnelle, Ana Nogareda a pris le poste de Directrice adjointe en décembre 2021 et est également en charge des affaires académiques. Afin que les enseignements se déroulent au mieux, sa plus grande préoccupation fut de trouver des solutions face à la crise sanitaire.



Marie Jobin Responsable de missions stratégiques

Responsable de missions stratégiques depuis janvier 2021, Marie Jobin a pour objectif de valoriser et promouvoir la Haute École. En raison de la crise sanitaire, une des priorités fut de remettre sur pied différentes activités afin de promouvoir les filières de Bachelor.



Sarah Turin Studach Cheffe du service Communication & Vie du campus

Sarah Turin Studach revient sur son rôle au sein du service Communication & Vie du campus. Depuis son arrivée en mai 2021, une de ses priorités fut de consolider la stratégie de communication et d'en dégager un plan d'action.





DONNÉES INSTITUTIONNELLES

Prix, distinctions et bourses	p. 60
Prix et distinctions instituts, groupes transversaux et pôles de compétences	p. 64
Prix, distinctions et bourses start-up	p. 64
Comptes 2021	p. 65
Statistiques du personnel et des étudiant·e·s	p. 66

Prix, distinctions et bourses

Prix AAEIT, filière Informatique
Maurice Pascal Lehmann

Prix ADNV, filière Informatique
Claire Delhomme

Prix ADNV, filière Informatique
Nicolas Mueller

Prix Ancienne SETEVIA, filière Génie électrique
Rafaella Bastos vieira

Prix Banque Cantonale Vaudoise, filière Informatique
Franck Gilbert Francis Georges Barre

Prix Banque Cantonale Vaudoise,
filière Microtechniques
Loïc Nicoud

Prix Banque Cantonale Vaudoise,
filière Economie d'entreprise
Eric Wuergler

Prix Best of Bachelor, filière Géomatique
Célia Riesen

Prix Best of Bachelor, filière Géomatique
Marc-Antoine Olivier Zermatten

Prix Black Alps, filière Télécommunications,
Robin Mueller

Prix Cand-Landi, filière Géomatique
Martine Valérie Besse

Prix Cand-Landi, filière Géomatique
Reda Hassini

Prix Careerplus SA, filière Microtechniques
Jules Brasey

Prix Centre Patronal, filière Ingénierie des médias
Julie Greset

Prix Centre Patronal, filière Economie d'entreprise
Neziha Halilovikj

Prix Colas, filière Géomatique
Elisa Borlat

Prix CVCI, filière Ingénierie des médias
Michelle Ponti

Prix CVCI, filière Economie d'entreprise
Marilyne Fankhauser

Prix Demaurex SA, filière Génie électrique
Andrea Bernasconi

Prix du meilleur étudiant de la filière de Géomatique en gestion de projet de la construction,
filière Géomatique
Lindor Shala

Prix ECA, filière Géomatique
Olivier Lietzke esteban

Prix ELCA Informatique, filière Informatique
Robin Demarta

Prix Electrosuisse, filière Génie électrique
Sébastien Deriaz

Prix Entrepreneuriat ou Innovation de la Ville d'Yverdon-les-Bains,
filière Economie d'entreprise
Danilo Resciniti

Prix Etat de Vaud, filière Génie électrique
Léo Roland Marcel Beuchat

Prix Etat de Vaud, filière Génie électrique
Jocelyn Renevey

Prix Fédération vaudoise des Banques Raiffeisen,
filière Economie d'entreprise
Marco Bassetti

Prix Fondation AEIL, filière Systèmes industriels
Arnaud Dayer

Prix Fondation Arc jurassien déchets,
filière Géomatique
Gaël Chenaux

Prix Fonds Stähli-Boss, filière Microtechniques
Maja Mielecka

Prix GEO+ING, groupement professionnel des ingénieurs en géomatique de Swiss Engineering,
filière Géomatique
Raphaël Michaud

Prix HES-SO, filière Economie d'entreprise
Matthias Bollmann

Prix HR Vaud, filière Economie d'entreprise
Cindy Chevrier

Prix IGS, filière Ingénierie des médias
Emilie Enora Imhof

Prix IGSO, filière Géomatique
Fabien Deleze

Prix IICT, filière Télécommunications
Sacha Perdrizat

Prix Jeuncomm, filière Economie d'entreprise
Michel Daniel René Favre

Prix Kudelski SA, filière Télécommunications
Robin Mueller

Prix Municipalité d'Aigle, filière Economie d'entreprise
Nathan Emmanuel Boulaz

Prix Rotary Club Yverdon-les-Bains,
filière Ingénierie et gestion industrielles
Steve Olivier Marchello

Prix Rotary Club Yverdon-les-Bains,
filière Informatique
Gildas Houlmann

Prix Société vaudoise des Ingénieurs et des Architectes (SIA), filière Informatique
Elodie Darine Lagier

Prix SPIE ICS SA, filière Informatique
Alexandre Grégoire Piveteau

Prix Swiss Engineering Award,
filière Systèmes industriels
Vincent Wisard

Prix UGRA, filière Ingénierie des médias
Jean Heimoana Herbaut

Prix UNIA Région Vaud, filière Informatique
Simon Flueckiger

Prix UPIAV, filière Géomatique
Lucas Jean-Marie Rey

Prix Ville de Pully, filière Economie d'entreprise
Mihdin Krasniqi

Prix VISCOM, filière Ingénierie des médias
Ingrid Elena Sorg pacheco

DONNÉES INSTITUTIONNELLES

Awards 2021 pour l'excellence de leur enseignement

Sébastien Basterrechea
Nicolas Chabloz
Romuald Mosqueron
Elisabeth Paliot
Michela Thiemard-spada

Fonds Charles et Irma Stähli-Boss

Léo Corsini, *filiale Microtechniques*

Stefan Del rossi, *filiale Microtechniques*

Luca Mari, *filiale Microtechniques*

Anthony Rossier, *Master en Technologies Energétiques*

Joël Sonnard, *filiale Microtechniques*

Fondation Casino Barrière Montreux

Clarisse Fleurimont,
Master of Science HES-SO en Data Science

Maja Mielecka,
Master of Science HES-SO en Microengineering

Prix Best of Bachelor

Célia Riesen,
Géomatique, Construction et infrastructures

Marc-Antoine Olivier Zermatten,
Géomatique, Construction et infrastructures

Bourse Zonta Club

Marilyn Themo, *filiale Ingénierie des Médias*

Prix HEIG-VD

Cindy Chevie
filiale Economie d'entreprise

Léo Lucas Corsini
filiale Microtechniques

Florent Crisinel
filiale Informatique

Guillaume Kevin Del pedro
filiale Systèmes industriels

Sébastien Deriaz
filiale Génie électrique

Thibaud Luca Franchetti
filiale Informatique

Baptiste Jonin
filiale Energie et techniques environnementales

Loïc Mathieu Pascal Lievre
filiale Télécommunications

Kenny Lonchamp
filiale Economie d'entreprise

Gregory Moral
filiale Systèmes industriels

Robin Mueller
filiale Télécommunications

Raymond Nobs
filiale Génie électrique

Olivia Pradervand
filiale Ingénierie des médias

Célia Riesen
filiale Géomatique

Diego Vila garcia
filiale Ingénierie et gestion industrielles

Olivier Vogt
filiale Microtechniques

Marc-Antoine Olivier Zermatten
filiale Géomatique

DONNÉES INSTITUTIONNELLES

Prix et distinctions instituts, groupes transversaux et pôles de compétences

Institut d'Ingénierie des Médias (MEI)

Le projet MODOS (pour « Mobilité douce des seniors »), porté par Olivier Ertz, fait partie des quatre projets labelisés par la Fondation Dalle Molle pour la qualité de la vie. Il adresse la problématique de la mobilité piétonne des personnes âgées, et débouche sur une application qui conjugue notamment la participation citoyenne et l'apprentissage automatique.

Institut de Conception Mécanique et de la Communication (COMATEC)

La bourse de la Fondation Charles et Irma Stähli-Boss a été attribuée à Stefan del Rossi pour sa recherche sur des muscles artificiels.

Institut des Technologies de l'Information et de la Communication (IICT)

Marcos Rubinstein reçoit deux distinctions : un certificate of appreciation de la EMC society et le prix du meilleur article dans le journal japonais The Institute of Electrical Engineers of Japan.

Institut d'Ingénierie du Territoire (INSIT)

Le projet Snapshot, machine à remonter le temps participative et élaborée conjointement par les instituts MEI, IICT et INSIT obtient le prix DINAcon Open Data. Chaque année, les DINAcon Awards récompensent des projets et des organisations qui s'inscrivent dans la durabilité numérique. Le prix DINAcon Open Data récompense des projets visant le développement des affaires, de la politique ou de la société en se démarquant par l'utilisation ouverte, la transformation ou le partage des données.

Prix, distinctions et bourses start-up

Depsys

La star-up fait partie des lauréats des mérites de l'économie Riviera-Lavaux, catégorie impact. Depsys gagne Syna comme nouveau client

Inergio

Inergio figure dans le Top 100 des startups suisses et fait partie du Top 3 des plus jeunes startups

La start-up reçoit le soutien financier de la Fondation Suisse pour le Climat
Inergio obtient le Label Solar Impulse Efficient Solution, un outil d'évaluation de classe mondiale pour les solutions propres et rentables

Inergio obtient un prêt FIT Seed d'un montant de CHF 100'000, qui lui permettra de se rapprocher de la mise sur le marché pour leur premier produit

Kaios ID

Kaios ID est l'une des 12 start-up sélectionnées pour la finale du prix W.A. de Vigier, parmi 217 projets proposés.

NetGuardians

NetGuardians est reconnu en tant que Category Leader dans le dernier rapport de Chartis - Financial Crime Risk Management Systems: Enterprise Fraud; Market Update and Vendor Landscape

La startup est sélectionnée comme l'une des entreprises CyberTech les plus innovantes au monde que chaque institution financière doit connaître en 2021
NetGuardians figure parmi les fournisseurs de services d'atténuation de la fraude en temps réel dans le rapport d'AITE intitulé Market Trends in Mitigating Fraud Risk Related to Real-Time Payments
NetGuardians est sélectionné comme l'un des fournisseurs de solutions d'IA les plus innovants au monde pour les services financiers, par un panel d'experts et d'analystes du secteur

La start-up a été désignée comme l'un des leaders mondiaux dans le rapport 2021 de l'AITE sur les plateformes d'apprentissage automatique pour la fraude et le blanchiment d'argent

Sysmosoft

Sysmosoft a conclu un partenariat avec Sysmosoft SA. Entrust fournit un flux de signatures numériques de haute qualité grâce au partenariat avec Sysmosoft
Sysmosoft a conclu un partenariat avec la fondation SWITCH

Charges (en CHF)	Charges	Revenus
Salaires du personnel administratif et d'exploitation	12 640 972,92	--
Salaires des enseignants	43 354 445,42	--
Travailleurs temporaires	1 425 497,24	--
Allocations	3 384,05	--
Cotisations patronales	11 863 129,21	--
Autres charges de personnel	322 194,83	--
Charges de matières et de marchandises	1 946 059,16	--
Immobilisations ne pouvant être portées à l'actif	4 091 056,42	--
Alimentation et élimination, biens-fonds, PA	568 729,53	--
Prestations de service et honoraires	4 793 563,04	--
Gros entretien et entretien courant	105 231,09	--
Entretien de biens, meubles et immobilisations incorporelles	391 751,09	--
Loyers, leasing, baux à ferme, taxes d'utilisation	3 352 647,08	--
Dédommagements	214 242,91	--
Réévaluations sur créances	178 871,00	--
Subventions à des collectivités et à des tiers	32 967,15	--
Subventions à redistribuer	850 681,20	--
Charges financières	25 909,92	--
Total des charges	86 161 333,26	

Produits (en CHF)	Charges	Revenus
Frais d'écolage et taxes de cours	--	4 153 548,27
Recettes sur ventes	--	21 827,29
Remboursements	--	379 100,83
Autres taxes	--	146 365,19
Revenus d'exploitation divers	--	7 982 432,35
Prélèvements fonds / financ. spéc. capitaux de tiers	--	--
Dédommagements des cantons et des concordats	--	13 232 319,65
Subventions des collectivités publiques et des tiers	--	60 598 644,40
Subventions à redistribuer	--	850 681,20
Produits financiers	--	72 087,91
Produits extraordinaires	--	8 501,70
Total des produits		87 445 508,79

RESULTAT DE L'EXERCICE, (+) revenus / (-) charges 1 284 175,53

État du Fonds de Réserve et Innovation (FRI)	Comptes 2021
Total FRI 31.12.2021 (après allocation du résultat)	4 258 087,10

Fonds de réserve et d'innovation au 31 décembre 2021	4 258 087,10
Fonds de réserve et d'innovation au 1er janvier 2021	4 266 588,80
Ajustement du niveau du FRI au plafond de 5% du total des charges 2020	-8 501,70
Part du résultat de l'exercice, excédent de revenu (allocation au FRI)	--

STATISTIQUES DU PERSONNEL

1139

- 250 Personnel d'enseignement et de recherche
- 127 Personnel administratif et technique
- 169 Collaboratrices et collaborateurs engagé-e-s sur des fonds extérieurs à l'Etat
- 6 Apprenti-e-s et stagiaires
- 587 Intervenant-e-s extérieur-e-s et professeur-e-s HES invité-e-s pour un total de 6465 jours

STATISTIQUES DES ÉTUDIANT-E-S

Nombre d'étudiant-e-s Bachelor en Ingénierie (état au 31.12.21)

1076

- 872 Plein temps
- 161 En emploi
- 43 Temps partiel

Nombre d'étudiant-e-s en formation postgraduée et continue (état au 31.12.21)

607

- 76 MAS/EMBA
- 318 CAS (dont 97 inclus dans un MAS)
- 213 Formations non certifiantes

Nombre d'étudiant-e-s Bachelor en Economie d'entreprise (état au 31.12.21)

532

- 313 Plein temps
- 196 En emploi
- 23 Temps partiel (mode introduit en 2018)

Les étudiant-e-s sont comptabilisé-e-s autant de fois que le nombre de cours qu'ils ont suivis

**HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE
ET DE GESTION
DU CANTON
DE VAUD**

Route de Cheseaux 1
Case postale
1401 Yverdon-les-Bains
Tél: +41 (0)24 557 63 30

www.heig-vd.ch