



GRAND DOSSIER /
**DES NANOMATÉRIAUX
POUR MIEUX NOUS
SOIGNER**

POINT DE VUE /
P^R JEAN DANSEREAU,
L'ENCHANTEMENT
DU SAVOIR SCIENTIFIQUE

IMPACT /
POLYTECHNIQUE
LANCE SON BLOGUE

De g. à d., la P^{re} Geraldine Merle et la P^{re} Nancy Tawil,
spécialistes en nanostructures et biomatériaux

Notre mission : accélérer l'autonomie financière des professionnels et des étudiants en génie au Québec.

Services d'investissement FÉRIQUE vous offre des conseils objectifs, des outils et des solutions de placement pour accélérer l'atteinte de votre autonomie financière.

Détails au ferique.com/poly



Contactez notre équipe Service-conseil, suivez l'évolution de vos placements en tout temps sur notre Portail et notre application mobile, et investissez selon vos valeurs, dans des fonds communs de placement performants à long terme.

[FERIQUE.COM](https://ferique.com) | 514 788-6485 | 1 800 291-0337

FÉRIQUE est une marque enregistrée de Gestion FÉRIQUE et est utilisée sous licence par sa filiale, Services d'investissement FÉRIQUE. Gestion FÉRIQUE est un gestionnaire de fonds d'investissement et assume la gestion des Fonds FÉRIQUE. Services d'investissement FÉRIQUE est un courtier en épargne collective et un cabinet de planification financière, ainsi que le placeur principal des Fonds FÉRIQUE. Un placement dans un organisme de placement collectif peut donner lieu à des frais de courtage, des commissions de suivi, des frais de gestion et d'autres frais. Les ratios de frais de gestion varient d'une année à l'autre. Veuillez lire le prospectus avant d'effectuer un placement. Les organismes de placement collectif ne sont pas garantis, leur valeur fluctue souvent et leur rendement passé n'est pas indicatif de leur rendement futur. Le Portail client est la propriété de Gestion FÉRIQUE et est utilisé sous licence exclusive par Services d'investissement FÉRIQUE, son placeur principal.

Poly est publié par le Service des communications et des relations publiques.

Il est distribué gratuitement aux diplômés, aux membres du personnel, aux étudiants et aux partenaires de Polytechnique.

Édition
Service des communications et des relations publiques

Rédactrice en chef
Chantal Cantin

Comité éditorial
Chantal Cantin,
Jean Choquette, Catherine Florès, Lina Forest, Isabelle Péan, Martin Primeau, Carole Tinéo, Annie Touchette, Tatiana Wangler

Recherche et coordination
Catherine Florès

Rédaction
Catherine Florès,
Tatiana Wangler

Révision
Stéphane Batigne,
Chantal Lemieux

Photos
Thierry Du Bois (couverture),
Caroline Perron,
Denis Bernier,
Polytechnique Montréal

Direction artistique et conception de la grille graphique
Avion Rouge

Ont collaboré à ce numéro
La Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal et la Direction de la formation et de la recherche de Polytechnique Montréal

ISSN 1712-3852

Reproduction autorisée avec mention de la source.

Abonnement gratuit:
Magazine Poly
Polytechnique Montréal
Service des communications et des relations publiques
C.P. 6079, succ. Centre-ville
Montréal (Québec) H3C 3A7
Tél. : 514 340-4915
communications@polymtl.ca



6



GRAND DOSSIER

Des nanomatériaux pour mieux nous soigner

14



IMPACT

14 Polytechnique lance son blogue

15 100 idées de génie pour la pédagogie active

16



PORTRAITS DE PROFESSEURS

16 Catherine Morency, engagée pour la mobilité équitable

18 Sami Ammar, enseignant par choix, pédagogue par vocation

20 Louise Millette, stratège intègre du développement durable

23



FORMATION

Nouveaux programmes de certificat en cybersécurité

24



ENTREPRENEURIAT

24 LifeEngine : réponse innovante aux besoins de formation des chirurgiens

25 Hexoskin : quand vos vêtements surveillent votre santé

26



RECHERCHE

26 Des algorithmes qui changent la vie

27 Polytechnique dynamise son système d'innovation

30



POINT DE VUE

P^r Jean Dansereau, l'enchantement du savoir scientifique

32

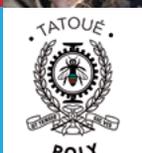


LA RELÈVE EN LUMIÈRE

32 En voiture ! Mais solaire et biplace

33 Les idéaux d'une engagée

34



FONDATION ET ALUMNI DE POLYTECHNIQUE MONTRÉAL





30,2 %

DE DIPLÔMÉES AU BACCALAURÉAT EN 2020

Nos efforts ont porté fruits !

Nous répondons avec 10 ans d'avance
à l'objectif de 30 % d'ingénieures en 2030
établi par Ingénieurs Canada et soutenu par
l'Ordre des ingénieurs du Québec.



« Polytechnique Montréal est une des universités leaders dans le monde du génie au Québec, c'est réjouissant de voir que tous les efforts qu'ils ont déployés ont permis de dépasser l'objectif de 30 % de diplômées. Chapeau ! »

KATHY BAIG, ING., MBA, ASC, DHC
Présidente de l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ) Diplômée de Polytechnique Montréal en 2004



« Quel chemin nous avons parcouru ! L'importance d'avoir plus de diplômées en génie, ce n'est pas une question de chiffres, mais de pouvoir apporter des regards complémentaires sur les façons de résoudre les enjeux de la société. »

MICHÈLE THIBODEAU-DEGUIRE
Présidente honoraire du conseil d'administration de Polytechnique Montréal
Première diplômée de Polytechnique Montréal en génie civil en 1963

Découvrez notre vidéo sur polymtl.ca/femmes-genie

**POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL**



Un défi relevé avec 10 ans d'avance : 30,2 % de diplômées



EN AVRIL DERNIER, POLYTECHNIQUE A SOULIGNÉ UN MOMENT HISTORIQUE. POUR LA PREMIÈRE FOIS, NOUS COMPTONS 30,2 % DE FEMMES INGÉNIEURES DIPLÔMÉES. AVEC CETTE DONNÉE, NOUS AVONS ATTEINT, EN AVANCE D'UNE DÉCENNIE, L'OBJECTIF D'INGÉNIEURS CANADA VISANT 30 % D'INGÉNIEURES EN 2030. AU QUÉBEC, ON RETROUVE 21,3 % D'INGÉNIEURES ET AU CANADA, 21,1 %. NOUS SOMMES DONC FIERS DE CE RÉSULTAT, ET NOUS NOUS ENGAGEONS À Y CONSENTIR ENCORE PLUS D'EFFORTS DANS LES PROCHAINES ANNÉES. MERCI À NOS ÉQUIPES POUR LEUR DÉVOUEMENT ET AUX ÉTUDIANTES POUR LEUR CONFIANCE ! MERCI AUSSI À LA FONDATION ET ALUMNI DE POLYTECHNIQUE MONTRÉAL AINSI QU'ÀUX DONATEURS QUI CONTRIBUENT AU SOUTIEN DE CETTE RELÈVE DU GÉNIE AU FÉMININ.

Au printemps, le Bureau d'appui et d'innovation pédagogique (BAIP) a mis sur pied la 15^e journée de l'enseignement et de l'apprentissage, mais la première de son histoire en version virtuelle. Un franc succès. Après plus de 15 mois de pandémie et de formations à distance, les échanges et discussions ont été riches et fertiles. Que devons-nous conserver comme modes d'apprentissage ? Quelles leçons ont été apprises ? Le BAIP a aussi mis sur pied le Code-N, pour Comité d'orientation stratégique pour la diversification des modes d'enseignement à l'ère du numérique, afin de poursuivre les réflexions au-delà de cette journée. Nous avons eu aussi l'occasion d'écouter le lauréat du Prix d'excellence en enseignement 2021, Sami Ammar, maître

d'enseignement au Département de génie mécanique (lire son portrait en page 18). Par ailleurs, ces échanges se sont conclus avec une célébration virtuelle festive visant à souligner le travail remarquable réalisé par les professeurs et maîtres d'enseignement au cours des 15 derniers mois de pandémie. On ressentait beaucoup d'humanité à travers nos écrans, j'en garde un excellent souvenir. Bravo au BAIP pour cette idée ! Et félicitations à ses équipes, ainsi qu'à celles des secteurs événementiel et numérique du SRÉPÉ (Service du recrutement étudiant, de la promotion et de l'événementiel) et du Service audiovisuel, de même qu'à tous ceux et celles ayant témoigné et remporté des honneurs, vous avez apporté une différence.

Dans ce numéro, on aborde les nanomatériaux pour mieux soigner. Réduisant les frontières entre l'ingénierie et les sciences de la santé, leur utilisation est en train de transformer la médecine. Découvrez le dossier mettant en valeur plusieurs projets de nos chercheurs dans ce domaine en page 6.

Je m'en voudrais de ne pas souligner la fin du sixième mandat de la P^{re} Louise Millette à la tête du Département des génies civil, géologique et des mines. Elle a été la seule femme à diriger un département à ce jour, à Polytechnique. Dorénavant, à Polytechnique, M^{me} Millette consacra ses énergies à une cause qui lui tient à cœur, et ce, depuis toujours : le développement durable. Le terme n'était pas encore inventé

qu'elle y était déjà sensible. Découvrez son portrait en page 20. Au sein du même département, la P^{re} Catherine Morency, titulaire de la Chaire Mobilité et de la Chaire de recherche du Canada sur la mobilité des personnes, s'est démarquée en devenant, cette année, la première femme lauréate du Prix d'excellence en recherche et innovation. Voir détails page 16.

La Fondation et Alumni met à l'honneur deux ambassadeurs Tatoués Poly, le généreux Robert Panet-Raymond, Po 65, et l'inspirante Kathy Baig, Po 2004, présidente de l'Ordre des ingénieurs du Québec. À lire en page 34.

Notre directeur général, M. Philippe A. Tanguy, a annoncé qu'il ne souhaitait pas solliciter un deuxième mandat à la barre de Polytechnique, son mandat actuel se terminant le 7 janvier 2022. Entre-temps, il continue d'assumer son leadership et son indéfectible engagement en poursuivant le déploiement, avec les équipes en place, du Plan stratégique de notre établissement POLY2023 : Créons l'avenir.

Enfin c'est l'été ! Et l'été rime avec far niente et déconfinement. Je vous souhaite du ressourcement et des moments de détente avec vos proches. Bon été !

Chantal Cantin
Rédactrice en chef

DES NANOMATÉRIAUX POUR MIEUX NOUS SOIGNER

PAR CATHERINE FLORÈS

ILS AIDENT LES CARTILAGES À SE RÉGÉNÉRER, LES OS À SE RESSOUDER, LE MUSCLE CARDIAQUE À FONCTIONNER, ILS LIBÈRENT DES VACCINS, ÉLIMINENT DES COLONIES DE BACTÉRIES, PIÈGENT DES CELLULES CANCÉREUSES, ETC. : LES NANOMATÉRIAUX SONT EN TRAIN DE TRANSFORMER LA MÉDECINE. LE DÉVELOPPEMENT DE CES MATÉRIAUX INTERAGISSANT AVEC NOS FONCTIONS BIOLOGIQUES AMENUISE LES FRONTIÈRES ENTRE L'INGÉNIERIE ET LES SCIENCES DE LA SANTÉ. QUELQUES-UNS DES NOMBREUX CHERCHEURS DE POLYTECHNIQUE ACTIFS DANS CE DOMAINE NOUS DÉVOIENT CERTAINS DE LEURS PROJETS PORTEURS DE FANTASTIQUES PROMESSES THÉRAPEUTIQUES.

ADMINISTRATION CONTRÔLÉE D'AGENTS ANTIBACTÉRIENS

L'augmentation de l'âge moyen de la population stimule la demande en interventions orthopédiques chaque année. À titre d'exemple, en 2018-2019, plus de 62 000 arthroplasties de la hanche et près de 75 400 arthroplasties du genou ont été réalisées au Canada, représentant des hausses respectives de 20,1 % et de 22,5 % depuis 5 ans, selon un rapport récent de l'Institut canadien d'information sur la santé. Ce type d'intervention qui change la vie des patients présente cependant un risque de complications dont les conséquences peuvent être graves : des infections résistantes aux traitements antibiotiques standards.

Ces infections sont principalement causées par la formation de biofilms bactériens qui se développent sur les implants. Il s'agit de colonies de micro-organismes qui se protègent de leur environnement en sécrétant une enveloppe de polymères très résistante. Les biofilms sont à l'œuvre dans 80 % des infections nosocomiales.

« Les infections périprothétiques imposent un fardeau important au patient et au système de santé. Ce problème peut impliquer le retrait de la prothèse

et la mise du patient sous traitement antibiotique à dose élevée pendant un ou deux ans. Cette révision implique la mise en place d'un espaceur imprégné d'antibiotique qui occupera la place de la prothèse afin d'éviter la rétraction des tissus entourant l'articulation. L'intervention entraîne une perte de motricité et de qualité de vie pour le patient. Même après un traitement antibiotique et la pose d'une nouvelle prothèse, plus de la moitié des nouvelles prothèses redeviennent infectées par des bactéries résistantes aux antibiotiques. Cela se traduit par un taux d'amputation majeur, une morbidité importante : plus de 10 % de mortalité à un an, ainsi que des taux d'échec atteignant 50 % lorsque l'implant est conservé », indique la P^{re} Nancy Tawil, du Département de génie mécanique. Cette spécialiste en dispositifs médicaux antibactériens dirige des projets de développement de systèmes de libération prolongée de bactériophages, dont certains visent à contrer les infections d'implants orthopédiques.

Les bactériophages sont des virus qui infectent des bactéries spécifiques, se répliquent à l'intérieur de celles-ci et mènent à leur destruction. Leur utilisation peut donc donner lieu à des stratégies



extrêmement ciblées et efficaces contre les infections microbiennes, notamment lorsqu'on les associe à des traitements antibiotiques. Les bactériophages présentent toutefois un défi de stabilité et de durée de survie assez courte dans l'organisme. Il faut à peine une heure pour que le système immunitaire les désactive.

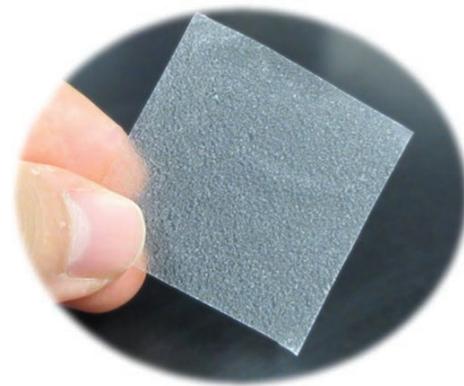
C'est ici que l'ingénierie des biomatériaux entre en scène, avec la conception d'un système de libération du cocktail bactériophages-antibiotiques à l'endroit où il doit agir. « Nous les micro-encapsulons dans des polymères biodégradables, produits à base d'acides aminés naturels, qui vont libérer ces cocktails dans un délai que l'on peut contrôler. La libération de bactériophages permettra d'éliminer les bactéries qui auraient commencé à migrer dans le corps ou à s'incruster sur les implants pour former des biofilms », explique la Pr^{esse} Tawil.

La fabrication des matériaux employés par l'équipe de M^{me} Tawil pour développer ces systèmes étant relativement peu coûteuse, le prix de revient de ces systèmes n'est donc guère un enjeu. Ce qui l'est, en revanche, c'est de prévoir des stratégies assez robustes pour être

compatibles avec les interventions de chirurgie orthopédique qui impliquent des manipulations assez « musclées ». « Nous explorons deux avenues : le dépôt sur l'implant de bactériophages encapsulés dans des polymères à libération lente, en recourant à une méthode de plasma ; la deuxième consiste à la mise au point d'une formule en aérosol, voire en poudre, que le chirurgien pourra vaporiser sur l'implant et autour de celui-ci. » Des études cliniques en cours montrent des résultats très encourageants.

L'équipe cherche aussi à développer des timbres (*patches*) ainsi que des pansements en polymères contenant les microcapsules, qui pourraient être employés pour la désinfection des plaies. « Nous avons observé sur des modèles animaux que ce système de polymères aminoacides associé au cocktail bactériophages-antibiotiques accélère la guérison des plaies de 30 % en activant le système immunitaire », rapporte Nancy Tawil. Autre avantage, l'emploi de ces formules en timbres, en aérosol ou en pansements ne demanderait que quelques secondes au personnel hospitalier. Ces projets sont actuellement en phase clinique en collaboration avec la

Clinique Mayo aux États-Unis, un centre hospitalier de Miami et une association américaine d'anciens combattants.



Timbre en polymère contenant des bactériophages encapsulés

DÉCOUVERTE IMPRÉVUE

En sciences, il arrive que des expériences menées sur un mode ludique apportent des connaissances utiles à des projets très sérieux. C'est ce qui s'est passé en 2012 dans le laboratoire du Pr Virgilio, un expert en polymères, microstructures et interfaces de la matière molle, au Département de génie chimique. Avec un de ses étudiants, il s'est amusé à plonger des hydrogels, formés à partir d'un polymère biosourcé issu d'algues, dans différents

Pr NICK VIRGILIO,
DÉPARTEMENT DE GÉNIE CHIMIQUE



solvants pour observer ce qui se passait. L'expérience leur a permis de découvrir qu'à la différence de la plupart des polymères qu'il utilisait jusque-là, cet hydrogel ne se dissolvait pas dans un solvant organique.

« Mon collègue Pierre Sarazin, aujourd'hui chez PolyExpert inc., et moi avons eu l'idée de façonner un moule à partir d'un autre polymère, soluble celui-ci, dont la structure présente de petits pores entièrement interconnectés, que nous avons remplis, telle une éponge, avec l'hydrogel, rapporte le Pr Virgilio. Ensuite, nous avons utilisé un solvant sélectif qui a dissout le moule, laissant intact l'hydrogel présentant les mêmes caractéristiques microstructurales que le moule. Avec ce procédé, nous pouvons obtenir différentes formes de microstructures d'hydrogel que j'utilise dans divers projets. »

PRISONS DE POLYMÈRE POUR CELLULES CANCÉREUSES

Le Pr Nick Virgilio emploie notamment cet hydrogel poreux dans un étonnant projet mené en collaboration avec des chercheurs de l'Université de Sherbrooke : le piégeage de cellules tumorales de glioblastome pour éviter les récurrences du cancer du cerveau.

« Benoît Paquette, professeur au Département de médecine nucléaire et de radiobiologie de l'Université de Sherbrooke, souhaitait mettre au point un système pour renverser l'évasion des cellules de glioblastome, un cancer cérébral dont le taux de récurrence demeure élevé après intervention, explique-t-il. La chirurgie échoue souvent à retirer les cellules cancéreuses en périphérie de la tumeur. Elles finissent par se disperser et proliférer dans le cerveau. Benoît s'est intéressé aux moyens de diriger ces cellules vers un piège qui serait déposé dans la cavité chirurgicale une fois la tumeur extraite. » Pour construire un tel piège, le Pr Paquette a fait appel à l'expertise de Nick Virgilio, et à celle de deux chercheurs du Département de génie chimique et biotechnologique de l'Université de Sherbrooke, la Pr^{ce} Nathalie Fauchoux, spécialiste en biomatériaux fonctionnalisés et en phénomènes d'interface cellules-biomatériaux, et le Pr Marc-Antoine Lauzon, spécialiste en génie tissulaire. Les Pr^s Fauchoux et Lauzon jouent un rôle essentiel dans le développement d'un système d'attraction qui s'appliquera à toutes les cellules du glioblastome et qui tiendra compte des spécificités physiologiques du cerveau. Leurs contributions permettront aussi d'adapter l'hydrogel afin d'assurer

la rétention des cellules cancéreuses, une étape clé pour garantir l'efficacité de la stratégie proposée.

« Le cerveau étant un tissu très mou, nous avons choisi comme matériau un hydrogel poreux, qui présente des propriétés mécaniques comparables. Un chimio-attracteur à libération graduelle y est ajouté afin d'attirer les cellules. Je travaille à mettre en forme et à contrôler la microstructure de l'hydrogel pour que les cellules cancéreuses y entrent et s'y accumulent, et y demeurent attachées, de façon à ne pas pouvoir ressortir, comme si elles étaient piégées dans un labyrinthe. Nous devons voir ensuite si des séances de radiothérapie peuvent éradiquer les cellules ainsi bloquées », indique le Pr Virgilio.

Le chercheur souligne que le projet présente un grand nombre de défis et d'aspects à étudier : l'efficacité du composé qui doit attirer les cellules cancéreuses, la distance à laquelle il fait effet sur ces cellules dans des conditions physiologiques, la taille des pores de la structure en hydrogel, la façon d'amener les cellules à s'y coller, les mécanismes cellulaires en jeu ou encore, la stabilité du gel dans le milieu physiologique.



PRE MARIE-CLAUDE HEUZEY,
DÉPARTEMENT DE GÉNIE CHIMIQUE

L'efficacité du dispositif est en cours de démonstration à l'étape *in vitro*. « Pour l'instant, les résultats obtenus sont bons. Nous sommes en mesure d'attirer des cellules cancéreuses grâce au chimio-attracteur et de les piéger dans l'hydrogel. Nous avons également constaté qu'avec une dose standard de radiations, il ne reste plus de cellules cancéreuses vivantes dans le piège », annonce Nick Virgilio. Les premiers essais *in vivo* sont prévus cet automne pour mesurer l'efficacité du procédé chez la souris.

PASSAGE DE LA 2D À LA 3D POUR MODÈLES CELLULAIRES

Le Pr Virgilio, la Pr Fauchoux et Pierre Sarazin emploient le même hydrogel pour développer des systèmes de culture cellulaire en 3D. « Dans l'industrie biopharmaceutique, les modèles cellulaires utilisés pour tester des médicaments sont typiquement en 2D. Or, dans ces milieux 2D, les cellules ne se comportent pas de la même façon que dans le milieu physiologique 3D du corps humain », explique-t-il.

Selon la microstructure développée pour accueillir les cellules, ils ont pu observer que celles-ci se comportent de façon différente : elles forment soit des agrégats,

soit des films, ou encore de longues structures allongées. En intervenant sur la chimie du gel, leur équipe est même en mesure d'amener des cellules souches à se différencier de façons différentes vers des lignées de cellules adipeuses, osseuses, ou encore cartilagineuses.

« Ultiment, nous visons à fournir aux sociétés biopharmaceutiques des modèles 3D plus représentatifs du comportement cellulaire dans le corps humain, afin qu'elles obtiennent un plus grand succès, par exemple, avec le criblage de médicaments », expose M. Virgilio, qui souligne que l'un des grands défis réside dans la capacité de produire ces modèles 3D en grande quantité et de les adapter à la chaîne d'analyse et de production de l'industrie.

CONTRÔLER LE DÉVELOPPEMENT DES BIOFILMS BACTÉRIENS

La Pr Marie-Claude Heuzey, du Département de génie chimique, apporte son expertise en rhéologie (étude de la déformation et de l'écoulement de la matière) à divers projets multidisciplinaires liés aux biomatériaux.

Elle a ainsi supervisé une étude sur le développement et le contrôle des redou-

tables biofilms bactériens réalisée par son étudiante au doctorat Clémence Abriat, codirigée par le Pr Virgilio. L'équipe a utilisé la rhéologie interfaciale pour évaluer la cinétique de formation de deux biofilms abritant chacun deux espèces de bactéries. La rhéologie interfaciale, couplée à d'autres méthodes de caractérisation, a permis d'illustrer la dominance d'une des deux bactéries dans la formation du biofilm. Ces chercheurs ont aussi mis en contact des biofilms formés par la bactérie responsable du choléra avec des nanoparticules d'argent préparées par synthèse hydrothermale en présence de deux biopolymères, le chitosane (extrait de la carapace des crustacés) et l'alginate. « Nous avons pu observer qu'en fonction de la nature et de la taille des nanoparticules synthétisées, il est possible d'éradiquer ou du moins de limiter le développement des biofilms bactériens », rapporte la Pr Heuzey.

CHITOSANE ÉLECTROFILÉ POUR MEMBRANES ANTIBACTÉRIENNES

Du fait de ses puissantes propriétés antimicrobiennes contre un large spectre de bactéries, levures et moisissures, le chitosane est un biopolymère biodégradable et biocompatible de grand intérêt.



P^r MARC LAVERTU,
DÉPARTEMENT DE GÉNIE CHIMIQUE

« Mais ses désavantages de taille sont sa fragilité à l'état de films obtenus à partir de solutions et l'absence de point de fusion qui restreint son usage dans les procédés industriels à l'état fondu », détaille la P^{re} Heuzey. Afin de tirer avantage des propriétés du chitosane, celle-ci, en collaboration avec le P^r Abdellah Ajji, travaille à sa mise sous forme de nanofibres grâce à un procédé d'électrofilage. « Ce procédé consiste à étirer le polymère en solution en le soumettant à un voltage à la sortie d'une seringue. Les fibres de très faible diamètre obtenues ont des avantages supérieurs aux films de chitosane grâce à leur grande surface exposée sous forme de mats. Ces structures peuvent servir de membranes antibactériennes utilisables dans un large éventail d'applications biomédicales et même agroalimentaires. »

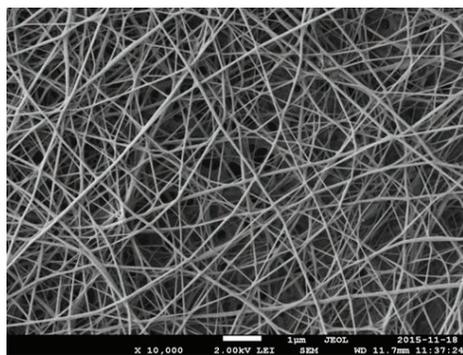
RÉGÉNÉRER DES ARTICULATIONS

Le P^r Marc Lavertu, du Département de génie chimique, est un spécialiste de la mise au point de biomatériaux pour la médecine régénératrice orthopédique. Son équipe de recherche développe des biomatériaux hydrides qui combinent une matrice polymérique et un produit orthobiologique autologue, afin de stimuler et d'améliorer la réparation de tissus musculosquelettiques, tels que les tendons et le cartilage. Il est co-inventeur, avec l'associée de recherche Anik Chevrier et les P^{rs} Michael Buschmann et Caroline Hoemann, d'un biomatériau hybride dont l'entreprise Ortho Regenerative Technologies exploite aujourd'hui le brevet. Celle-ci a confié au P^r Lavertu le projet d'optimiser cette biotechnologie afin d'augmenter son efficacité thérapeutique et de faciliter son application pour le traitement des blessures musculosquelettiques.

la longueur des chaînes de chitosane était significativement réduite par une nécessaire stérilisation par autoclave, explique le P^r Lavertu. Nous remplaçons maintenant le sang par un produit dérivé : du plasma riche en plaquettes (PRP) préparé par centrifugation du sang du patient, et nous employons une formulation à base de chitosane qui peut être stérilisée par filtration et lyophilisée, donc beaucoup plus stable. Au contact du produit lyophilisé, les plaquettes du PRP se dégranulent et libèrent les facteurs de croissance dont elles sont gorgées et qui agissent en synergie avec l'action réparatrice du chitosane sur les plaies. La préparation du mélange chitosane-PRP s'effectue durant l'intervention chirurgicale, suivie d'une période d'incubation d'une vingtaine de minutes, avant son injection et sa solidification *in situ* », détaille-t-il.

« Ce biomatériau hybride est en quelque sorte un produit de deuxième génération. À l'origine, la composition intégrait une solution de glycérol-phosphate et de chitosane et du sang du patient. Bien qu'efficace pour la réparation du cartilage articulaire, cette formulation liquide avait une stabilité limitée. De plus,

Ce procédé représente une stratégie d'augmentation : l'utilisation du biomatériau s'ajoute à l'intervention chirurgicale traditionnelle réalisée par le chirurgien orthopédiste pour stimuler la réparation. Il suffit au chirurgien d'injecter le produit dans les lésions. Dans le cas de déchirures de la coiffe des rotateurs (tendons



Fibres de chitosane électrofilé



P^r GREGORY DE CRESCENZO,
DÉPARTEMENT DE GÉNIE CHIMIQUE

de l'épaule), avec la technique classique seule, le tissu de réparation présente une structure fibreuse, éloignée de sa structure originelle et d'autres déchirures risquent de se produire ultérieurement. « Nos études précliniques montrent que d'un point de vue histologique, la structure obtenue avec l'utilisation de la biotechnologie est meilleure », ajoute le P^r Lavertu.

Ciblant en particulier la réparation de blessures musculo-squelettiques parmi les plus fréquentes, celles de la coiffe des rotateurs, du ménisque et du cartilage du genou, la solution est sur le point d'être évaluée en clinique aux États-Unis.

UN TREMPLIN DU LABORATOIRE À L'INDUSTRIE POUR DES SPÉCIALISTES EN NANOTHÉRAPIES

Les nanomédicaments sont des systèmes nanométriques comprenant des molécules thérapeutiques transportées par des nanoparticules et visant à contrôler la libération des principes actifs et à cibler des cellules, tissus ou organes particuliers. Cette démarche thérapeutique est très en vogue, car elle permet, lors d'études cliniques réalisées auprès de petites cohortes de patients, d'obtenir une efficacité thérapeutique accrue tout en

réduisant les effets secondaires des médicaments classiques. Malheureusement, ces innovations prometteuses ne sont pas facilement commercialisables, car mal adaptées aux plateformes de production à grande échelle. Malgré leur efficacité, un grand nombre de ces nanomédicaments sont donc abandonnés puisqu'ils sont trop coûteux, voire impossibles à produire à l'échelle industrielle. La recherche en amont n'est alors qu'un coup d'épée dans l'eau.

Pour y remédier, le P^r Gregory De Crescenzo, du Département de génie chimique, et le P^r Xavier Banquy, de la Faculté de pharmacie de l'UdeM, ont mis sur pied et codirigent un programme de formation aux cycles supérieurs unique au Québec, voué à la formation de spécialistes en nanomédicaments, capables d'aborder une stratégie thérapeutique à la fois du point de vue pharmaceutique et de celui du génie des procédés, couvrant ainsi les étapes allant de la mise au point d'une nouvelle molécule jusqu'à sa production à grande échelle par l'industrie. Nommée *PrEEmiuM* (pour *Process Engineering of Emerging Nano-Medicines*), cette formation sur mesure soutenue par le programme FONCER du Conseil

de recherches en sciences naturelles du Canada (CRSNG) offre aux étudiants en génie chimique et en pharmacie un environnement résolument multidisciplinaire. La formation *PrEEmiuM* est aussi enrichie par de multiples ateliers et activités sur mesure donnés par l'Institut TransMedTech, afin de sensibiliser les étudiants aux aspects légaux mais aussi aux problématiques des équipes médicales en lien avec l'utilisation de cette nouvelle classe de médicaments.

« Un point clé de la formation est que chaque étudiant en génie est jumelé avec un étudiant de la Faculté de pharmacie, et chacun doit suivre des cours dans la discipline qu'il ne connaît pas, de façon à apprendre le langage de l'autre. En comprenant à la fois les enjeux de l'innovation thérapeutique et les rouages de l'industrie pharmaceutique, ces futurs spécialistes seront en mesure d'établir des stratégies efficaces et viables économiquement, favorisant ainsi l'avènement de nouveaux types de traitements que l'industrie pourra produire à grande échelle à coût raisonnable, et dont les patients pourront bénéficier plus rapidement », explique le P^r De Crescenzo.



Pr XAVIER BANQUY, DE LA FACULTÉ
DE PHARMACIE DE L'UDEM

« À la suite de la pandémie, le gouvernement fédéral a décidé de soutenir des sociétés de développement ou de fabrication de vaccins innovants. Mais il manque des forces vives hautement qualifiées pour gérer leurs activités. Les firmes qui développent des thérapies géniques font face à la même pénurie. Nous formons une relève apte à répondre à ce besoin », ajoute son confrère, le Pr Banquy.

Un axe important du programme *PrEEmiuM* est effectivement consacré au développement de solutions permettant de libérer des produits biologiques instables, mais qui doivent être adaptées à la production à grande échelle. Des procédés de production de nouveaux vaccins, qu'ils soient à base de particules pseudovirales (Novavax) ou à ARN messager encapsulé (Moderna, Pfizer), sont notamment visés par cet axe, de même que la nanoformulation de thérapies conjuguant différentes molécules médicamenteuses à des anticorps pour traiter plus efficacement des maladies comme le cancer.

ADMINISTRATION DE MOLÉCULES ACTIVES ET IMPLANTS VASCULARISABLES

Dans son laboratoire, Gregory De Crescenzo consacre certains de ses projets à la fabrication de nanomatériaux destinés au transport de molécules actives. Il s'intéresse aussi au design sur mesure de nanomédicaments résultant de l'assemblage de plusieurs molécules complexes, en cherchant à augmenter l'efficacité des procédés pour obtenir ces structures nanométriques. La mise au point de matériaux capables de libérer progressivement des molécules actives pour traiter une inflammation ou un cancer, font partie de ses projets.

De plus, il participe aux projets du Pr Xavier Banquy reliés au développement de technologies de régénération du cartilage.

« Je conçois également des biomatériaux de plus grande taille destinés à la réalisation d'implants complètement biocompatibles et vascularisables, capables de guider la croissance des cellules afin

de régénérer les tissus. Par exemple, je collabore étroitement avec le Pr Nick Virgilio pour développer des matrices très poreuses à base de polysaccharides naturels », mentionne-t-il. Ce type de projet de génie tissulaire vise à favoriser la reconstruction de tissus complexes et fonctionnels.

DE NOUVEAUX NANOMATÉRIAUX S'INVITENT DANS DES OUTILS DE DIAGNOSTIC

Le temps est un facteur critique pour les chances de guérison d'un patient, en particulier dans le cas du cancer. L'obtention d'un diagnostic immédiat et fiable lors d'une intervention permettrait au chirurgien de prendre tout de suite une décision sans avoir à envoyer un échantillon en analyse. Grâce à la mesure du transfert d'électrons entre une biomolécule, ou un biomarqueur, et des nanomatériaux à la surface de l'électrode, à une tension spécifique, un tissu malade peut être distingué d'un tissu sain. La Pr^e Géraldine Merle, du Département de génie chimique, a fait de cette approche bioélectrochimique



PR. G ERALDINE MERLE,
TITULAIRE DE LA CHAIRE DE RECHERCHE
TRANSMEDTECH EN TECHNOLOGIES
DIAGNOSTIQUES ET THÉRAPEUTIQUES

un des axes majeurs de la Chaire de recherche TransMedTech en technologies diagnostiques et thérapeutiques, dont elle est titulaire.

« Nous développons des nanostructures pour concevoir des dispositifs portatifs de très petite taille et peu invasifs. Ce sont des outils de diagnostic  lectromol culaire, par exemple, des sondes électrochimiques détectant des molécules contenant des ions métalliques présents dans les protéines que les cellules cancéreuses ou des bactéries surexpriment », précise-t-elle.

TRAITEMENTS ANTIBACTÉRIENS SANS ANTIBIOTIQUES ET « RUSTINE » POUR LE CŒUR

L'équipe de sa chaire emploie aussi des nanomatériaux synthétiques pour réaliser des solutions de traitement des infections bactériennes sans traitement antibiotique. Parmi ses projets : des fils pour les sutures, des bandages, des gazes et des pansements qui permettent de prévenir le dépôt d'un biofilm et d'éliminer plus de 90 % des bactéries.

« Certains de nos projets en collaboration avec des professeurs du Département de génie chimique visent également le développement de ligaments artificiels réalisés par tissage de polymère et de biomolécules », indique M^{me} Merle, dont l'équipe explore aussi une technologie qui trouve une application dans les timbres cardiaques. « Le tissu cardiaque endommagé ne transmet plus les impulsions électriques qui donnent au cœur son mouvement. Le timbre se colle alors sur le cœur et relance ses impulsions. »

Les biotechnologies qui voient le jour grâce aux propriétés de tous ces nouveaux matériaux pourraient-elles un jour non plus seulement réparer mais remplacer ou augmenter les fonctions du corps humain ? La chercheuse en doute. « On ne pourra jamais faire mieux que la nature, on ne peut que s'en approcher. » /

SUBVENTION DE 5,4 M\$ OCTROYÉE PAR LE PROGRAMME FONDS DE SOUTIEN   LA RECHERCHE

Chaque année, le gouvernement fédéral octroie à Polytechnique Montréal une subvention dans le cadre de son programme Fonds de soutien à la recherche. Pour 2021-22, cette subvention s'élèvera à 5,4 millions \$, dont 495 754 \$ proviendront du volet Subventions pour projets supplémentaires. Le Fonds de soutien à la recherche a pour objectif d'aider les établissements d'enseignement post-secondaire canadiens à couvrir les dépenses engagées dans la gestion de leurs travaux de recherche et à maintenir un milieu de recherche de calibre mondial. Conformément aux objectifs décrits dans son plan stratégique, et afin de saisir de nouvelles opportunités et de s'adapter au contexte changeant de la recherche, Polytechnique Montréal investira les fonds octroyés dans plusieurs initiatives ciblées : déploiement de son pôle d'excellence Environnement,  conomie et société, lancement de nouveaux parcours entrepreneuriaux dans les secteurs des technologies propres et de la cybersécurité, déploiement de son plan d'action sur l'équité, la diversité et l'inclusion, mise à niveau/entretien d'équipements de pointe, embauche de courtiers en innovation et déploiement de sa stratégie sur les données de recherche.

MARTIN PRIMEAU, CONSEILLER EN RELATIONS MÉDIAS – VULGARISATION SCIENTIFIQUE, SERVICE DES COMMUNICATIONS ET DES RELATIONS PUBLIQUES



POLYTECHNIQUE LANCE SON BLOGUE

PAR CATHERINE FLORÈS

POLYTECHNIQUE SE DOTE D'UNE NOUVELLE VOIX AVEC LE LANCEMENT DE SON BLOGUE DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE LE LABO 2500 AUX MANETTES DE CE MÉDIA, MARTIN PRIMEAU, UN JOURNALISTE SCIENTIFIQUE CHEVRONNÉ QUI S'EST JOINT À L'ÉQUIPE DU SERVICE DES COMMUNICATIONS ET DES RELATIONS PUBLIQUES.

POLYTECHNIQUE A PLEIN DE CHOSES À RACONTER

« Je suis curieux de nature, et j'espère qu'on le ressentira dans les contenus du blogue pour captiver l'attention des lecteurs », confie Martin Primeau. Diplômé d'un doctorat en biologie cellulaire et lauréat de la bourse Fernand-Seguin en vulgarisation scientifique, il a forgé ses talents de communicateur en réalisant des reportages pour diverses émissions télévisuelles et radiophoniques consacrées aux sciences comme *Découverte*, *Les Années lumière*, *Les Débrouillards* et *Le Code Chastenay*. Il a aussi écrit quantité d'articles pour *La Presse* et *La Terre de chez nous*. Engagé par Polytechnique en 2020, il s'est immergé avec bonheur dans cet univers de sciences appliquées dont il souhaite faire découvrir au public la beauté et la portée.

« Il y a, à Polytechnique, un bassin absolument fantastique d'histoires de recherche qui gagnent à être connues du public. C'est d'autant plus vrai que les applications de la recherche en génie ont un impact direct sur la vie quotidienne des gens, estime M. Primeau. Le blogue vise cet objectif, tout en divertissant son public, car ma démarche n'est pas didactique. »

PARTIR À LA RENCONTRE DES CHERCHEURS

Le blogue *Le labo 2500* se veut une vitrine de la recherche menée à Polytechnique, ce qui explique son nom. « Polytechnique représente un gigantesque laboratoire d'idées et de développement d'applications concrètes », indique Martin Primeau. Et 2500 ? « C'est un clin d'œil à l'adresse physique de l'établissement, sis au 2500, chemin de Polytechnique. »

Les billets du blogue emmènent le lecteur à la rencontre de chercheurs et mettent en lumière les innovations technologiques qu'ils développent. Leur auteur s'attache à situer le contexte historique et scientifique qui a fait évoluer la technologie.

Intéresser le public aux sciences du génie, lui faire comprendre la démarche

de la science paraissent des démarches salutaires à une époque où les opinions semblent avoir plus d'importance que les faits scientifiques. « Pour parvenir à sensibiliser les gens, je crois qu'il faut d'abord leur montrer qu'on partage leurs valeurs, car c'est sur celles-ci qu'ils fondent leurs idées. Je pense aussi qu'il ne faut pas se présenter comme dépositaire de la vérité, mais inviter au questionnement et allumer la curiosité. » Lui-même admire le travail de vulgarisateurs comme Olivier Bernard, alias Le Pharmacien, ou Jean-François Cliche, journaliste scientifique au *Soleil*.

« Le rendez-vous que je donne au public me donne le trac !, avoue Martin Primeau. Humblement, je serai heureux si je réussis à amener mes lecteurs à réfléchir aux leviers technologiques faisant évoluer notre société. Autrement dit, ce qui a permis aux chasseurs-cueilleurs que nous étions d'accéder à notre mode de vie actuel. » /

Retrouvez *Le labo 2500* à : polymtl.ca/carrefour-actualite/blogue

PATRICE FARAND, MAÎTRE D'ENSEIGNEMENT EN
GÉNIE CHIMIQUE ET TITULAIRE D'IMPACT^G



100 IDÉES DE GÉNIE POUR LA PÉDAGOGIE ACTIVE

PAR CATHERINE FLORÈS

BONNE NOUVELLE POUR LES ENSEIGNANTS ! QU'ILS SOIENT DU PRIMAIRE, DU SECONDAIRE, DU COLLÉGIAL OU DE L'UNIVERSITÉ, UN OUTIL GRATUIT ET INNOVANT A ÉTÉ SPÉCIALEMENT DÉVELOPPÉ POUR LES AIDER À GARDER LEURS ÉLÈVES MOTIVÉS ET ACTIFS DANS LEURS COURS. TRÈS FACILE D'UTILISATION, CETTE RÉALISATION DE L'ÉQUIPE D'IMPACT^G, LA CHAIRE INNOVATION EN MOYENS PÉDAGOGIQUES D'APPRENTISSAGE ACTIF POUR LE GÉNIE DE POLYTECHNIQUE MONTRÉAL, FACILITE LE TRAVAIL DE TOUT ENSEIGNANT, QUELLE QUE SOIT SA DISCIPLINE.

PLATEFORME WEB CONVIVIALE

« L'outil en question est une plateforme Web offrant 100 vignettes de pédagogie active », explique Patrice Farand, maître d'enseignement en génie chimique et titulaire d'IMPACT^G. « Nous l'avons d'abord développée à l'intention des professeurs de Polytechnique, mais nous la rendons maintenant accessible à toute la communauté scolaire francophone, car tous les enseignants souhaitent rendre leurs cours les plus stimulants possible. »

Tous les enseignants ne connaissent pas nécessairement le large éventail de techniques de pédagogie active existantes et n'ont souvent guère le temps de les explorer en détail. La plateforme d'IMPACT^G leur permet de trouver celles qui corres-

pondent le mieux à leurs objectifs et présente l'information de façon uniforme et détaillée pour chacune des vignettes.

« Avec le soutien du Bureau d'appui et d'innovation pédagogique (BAIP), nous avons procédé à une vaste recension d'activités pédagogiques, indique Patrice Farand. Nous les avons ensuite présentées sous forme de vignettes, c'est-à-dire de fiches explicatives, imprimables en PDF, qui se lisent un peu comme des recettes de cuisine : chacune indique en quoi consiste l'activité, le matériel requis, le pas-à-pas de la procédure et des conseils pour l'appliquer en classe. Elle présente même un exemple concret d'application de l'activité. Les usagers peuvent de plus publier leurs commentaires. »

Douaa Hassan, chargée de cours au Département de génie chimique, et Sophie Morin, chargée de cours au Département de mathématiques et génie industriel, ont réalisé le travail de structuration des fiches et de coordination de la production de l'outil.

MOTEUR DE RECHERCHE MULTICRITÉRE

Grâce à l'aide de l'équipe Web du Service informatique de Polytechnique, la plateforme de vignettes présente un moteur de recherche multicritère qui simplifie

grandement l'exploration des activités pédagogiques proposées.

« L'enseignant peut indiquer ses préférences concernant le déroulement de l'activité, sa durée, le nombre de participants et l'intensité d'animation qu'il est prêt à assurer », détaille M. Farand. La plateforme lui propose alors les vignettes qui correspondent à ses besoins.

TESTEURS RECHERCHÉS

La plateforme a reçu un accueil chaleureux de la part du corps professoral de Polytechnique. Présentée au colloque de l'Association québécoise de pédagogie collégiale, elle a également soulevé un net intérêt chez le public.

« Nous souhaitons maintenant trouver des enseignants au secondaire et au collégial qui seraient prêts à employer dans leurs classes des activités proposées par la plateforme et à nous en faire le compte-rendu afin d'enrichir la plateforme d'exemples d'applications variées représentant tous les ordres d'enseignement », mentionne Patrice Farand. Faites passer le mot ! /

Découvrir la plateforme de vignettes de pédagogie active : polymtl.ca/vignettes

P^{RE} CATHERINE MORENCY,
TITULAIRE DE LA CHAIRE MOBILITÉ ET DE
LA CHAIRE DE RECHERCHE DU CANADA
SUR LA MOBILITÉ DES PERSONNES



CATHERINE MORENCY, ENGAGÉE POUR LA MOBILITÉ ÉQUITABLE

PAR CATHERINE FLORÈS

L'AURÉATE DU PRIX D'EXCELLENCE EN RECHERCHE ET INNOVATION DE POLYTECHNIQUE CETTE ANNÉE, LA P^{RE} CATHERINE MORENCY S'ILLUSTRE PAR LES REMÈDES QU'ELLE DÉVELOPPE AVEC SON ÉQUIPE POUR MIEUX SOUTENIR LA PLANIFICATION DES SYSTÈMES DE TRANSPORT ET DES VILLES DANS UNE PERSPECTIVE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE ET CONTRIBUER À SOIGNER LES VILLES DE LA MALADIE DE L'AUTO SOLO.

UN INTÉRÊT ANCRÉ DEPUIS SA JEUNESSE

À l'âge où l'on placarde des affiches de vedettes sur les murs de sa chambre, Catherine Morency tapissait la sienne avec des plans de métro. Plus tard, quand elle étudiait au baccalauréat en génie civil à l'Université Laval, elle mettait un point d'honneur à utiliser le bus pour se rendre à ses cours au lieu d'emprunter une des autos familiales.

« Le développement durable m'a toujours tenu à cœur. Je me suis engagée dans divers projets à portée environnementale tout au long de ma scolarité. Mais ma grande préoccupation, c'était déjà les impacts des déplacements, se remémore-t-elle. En fait, dès le cégep, je me voyais en future spécialiste des transports, celle qu'on viendrait consulter quand on se poserait des questions sur

le sujet. En revanche, j'ignorais quelle voie pourrait me mener à travailler dans ce domaine. Après mon baccalauréat en génie civil, j'ai été engagée par une firme montréalaise qui m'a incitée à faire une maîtrise. C'est pourquoi je suis entrée à Polytechnique, où j'ai trouvé l'accès à mon domaine de prédilection. »

Indéniablement, Catherine Morency a su réaliser son rêve. Titulaire de la Chaire Mobilité et de la Chaire de recherche du Canada sur la mobilité des personnes, elle dirige des travaux interdisciplinaires incontournables pour les autorités de transport. Réputée pour la qualité et la rigueur scientifique de ses travaux, elle est invitée régulièrement à intervenir à des tribunes nationales et internationales sur les enjeux environnementaux et sociaux liés aux modes de déplacement. Récemment, elle a été nommée au Comité consultatif sur les changements climatiques du gouvernement du Québec. Elle siège également aux conseils d'administration de la Société de transport de Montréal et de l'Agence de mobilité durable de Montréal.

POUR UN MODÈLE DE DÉVELOPPEMENT URBAIN PLUS ÉQUITABLE

On peut regretter que la possession d'un véhicule personnel reste encore une norme bien établie et, pour beaucoup, un idéal de liberté individuelle, notam-

ment en Amérique du Nord. Toutefois, l'apparition de nouveaux services venus élargir l'offre traditionnelle de moyens de transport (autopartage, véhicules et vélos en libre-service, etc.) pourrait diminuer l'usage de la voiture solo. À condition que les connexions entre tous ces modes soient faciles et accessibles pour les usagers et que leur planification et leur fonctionnement soient cohérents, souligne la P^{RE} Morency.

Que ce soit par l'évaluation et la mise en œuvre de la durabilité en transport, objectif de sa chaire Mobilité, ou par la modélisation des interactions entre les différents modes de transport, objectif de sa seconde chaire, ses projets apportent une compréhension intégrée du rôle des différents modes de transport dans la mobilité quotidienne des personnes, afin d'éclairer les décideurs dans leurs choix de développement urbain et d'offre de transport.

Les projets dirigés par Catherine Morency s'intéressent à toutes les dimensions du développement durable appliqué au transport, particulièrement à la dimension sociale de la mobilité, souvent plus difficile à quantifier. « On observe des inégalités d'accès aux solutions de transport diversifiées, au détriment des milieux les plus vulnérables. Par conséquent, nos travaux proposent de mesurer

l'équité des décisions prises en faveur de tel ou tel mode de transport. Nous développons des indicateurs quantifiables pour que les objectifs d'équité soient clairs. Et nous raffinons les méthodes d'évaluation des impacts de ces mêmes solutions sur la santé, l'environnement, la consommation d'espaces, les conditions de déplacement, etc. »

Parmi les collaborateurs de Catherine Morency, des ingénieurs bien sûr, mais également des urbanistes et des économistes, car ses projets font le pont entre les sciences de l'ingénieur et les sciences humaines. « Ce dialogue interdisciplinaire nous permet d'ouvrir les perspectives. Avec leurs outils, les ingénieurs fournissent aux spécialistes de sciences des preuves quantifiées pour fonder leurs opinions. En contrepartie, les ingénieurs apprennent de leurs vis-à-vis des sciences humaines comment adopter une vision plus globale des enjeux. »

DES PROJETS PLEIN LA TABLE

L'équipe de la chercheuse s'emploie à plusieurs projets d'envergure, dont un en collaboration avec six sociétés de transport en commun du Québec et le ministère des Transports du Québec, avec l'appui du CRSNG et d'InnovÉE. « Nous développons un logiciel ouvert et très performant, qui permettra de simplifier la planification des réseaux de transport en commun et éventuellement multimodaux. En partageant en ligne le code du logiciel, nous espérons faciliter l'accès aux outils de planification de réseaux de transport. Des projets chauds comme le développement du REM, de la ligne rose, et de la ligne bleue bénéficieront d'une meilleure mesure de leurs impacts à venir sur l'équité, la vulnérabilité des réseaux, etc., et nous souhaitons que cette plateforme soit utile pour clarifier les enjeux liés à l'implantation de nouvelles offres de transport, tant pour les partenaires que pour la collectivité. »

L'équipe a aussi reçu le mandat d'accom-

pagner l'Autorité régionale de transport métropolitain (ARTM) dans la réalisation de son enquête quinquennale sur les déplacements en 2023. Elle modernisera les outils de collecte de données et soutiendra la méthodologie. Dès lors, l'ARTM disposera d'une connaissance plus fine des habitudes de déplacement de la population. « Dans une ville, lorsqu'on alloue des ressources (espace, temps ou argent) à un usage particulier, on prive les autres usages de ces ressources. Quelles solutions favoriser dans une perspective de durabilité mais aussi d'accessibilité, d'équité, d'efficacité ? Nous développons des outils numériques pour répondre objectivement à ce type de question. »

Par ailleurs, le Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport organisera la 16^e Conférence mondiale sur la recherche sur les transports qui se déroulera à Montréal en 2023. La P^{re} Morency assurera la présidence de cet événement prestigieux, ce qui lui a valu le prix du Palais des congrès de Montréal et des Fonds de recherche du Québec.

EXIGENCE BIENVEILLANTE

La volonté de Catherine Morency de faire les choses au mieux en observant la plus grande rigueur est manifeste. « Ma mère était rigoureuse et exigeante envers ses enfants. Elle m'a toujours poussée à donner le meilleur de moi-même, m'empêchant de me diriger vers la solution de facilité. Cette exigence fut pour moi un cadre de formation très structurant. En recherche, la rigueur est de mise; de plus, nous avons besoin de la critique et de la mise à l'épreuve de nos idées. Je m'efforce de transmettre à mes étudiants et étudiantes cette exigence de soi. C'est ma responsabilité de professeure de les pousser à se remettre en question. J'attends d'eux la volonté de rechercher les meilleures solutions possible et l'ouverture à apprendre de l'expertise de leurs collègues. Rien ne m'exaspère autant

que l'attitude de celui qui croit détenir la solution à l'avance », déclare-t-elle. Et de tempérer : « Je pense sincèrement que les étudiants et les étudiantes qui rejoignent mon équipe veulent changer le monde. Nous formons une équipe très investie, dont la cohésion est reconnue par nos partenaires. Mes collaborateurs ont tous tendance à rester longtemps dans l'équipe. Alors, cela ne doit pas être si terrible de travailler avec moi ! »

On ne s'étonnera pas de son goût pour la discipline sportive. Cette ancienne patineuse artistique de haut niveau a également pratiqué le triathlon. À une époque, elle avait lancé un club de course avec ses étudiants pour les aider à se détresser à la pause du midi.

DES RAISONS D'ÊTRE CONFIANTE

Les choses ne changent pas aussi vite qu'elle le voudrait, mais Catherine Morency croit aux raisons d'espérer. « On observe un mouvement international pour placer les piétons et les cyclistes au cœur de la planification des villes, remettre celles-ci et leurs réseaux à l'échelle humaine et faire un usage plus sensé des infrastructures. De belles innovations naissent un peu partout. Montréal démontre assurément un leadership en la matière, même si certains de ses quartiers demeurent encore hautement dépendants de l'auto. Plusieurs autres villes, comme Laval ou Drummondville, ont également entrepris une démarche de mobilité intégrée. »

Les rangs des gens à la recherche de solutions dans le domaine des transports grossissent, constate-t-elle. « Les impacts sur l'environnement, les ressources, l'énergie et la qualité de vie sont mieux compris et maîtrisés. Les questions sur ces sujets davantage discutées. » Des discussions qui alimentent de nouveaux projets... « Je suis débordée mais comblée ! » /

SAMI AMMAR, ENSEIGNANT PAR CHOIX, PÉDAGOGUE PAR VOCATION

PAR CATHERINE FLORÈS

UNE VOCATION. C'EST LE TERME QUI VIENT IMMÉDIATEMENT À L'ESPRIT POUR EXPRIMER COMMENT SAMI AMMAR VIT SON RÔLE D'ENSEIGNANT. IL SUFFIT D'ÉCHANGER QUELQUES MINUTES AVEC CE MAÎTRE D'ENSEIGNEMENT POUR MESURER SON ENGAGEMENT ENVERS SES ÉTUDIANTS ET SES COLLÈGUES, UN ENGAGEMENT QUI LUI A VALU DE RECEVOIR CETTE ANNÉE LE PRIX D'EXCELLENCE EN ENSEIGNEMENT.

CHANGEMENT DE CAP

Sami Ammar a découvert Polytechnique Montréal à l'occasion d'un échange dans le cadre de ses études d'ingénieur à l'École supérieure des techniques aéronautiques et de construction automobile (ESTACA), en région parisienne. « Ce séjour m'a donné envie de poursuivre mes études à Polytechnique. Je suis donc revenu y faire ma maîtrise en génie mécanique, ainsi que mon doctorat, achevé en 2017. » Si l'éloignement de sa famille et de ses amis lui a pesé au début, il a rapidement trouvé sa place au sein de Polytechnique.

Dès 2012, il a assumé le rôle de chargé de travaux pratiques et de chargé de cours en mathématiques, en génie mécanique et en génie aérospatial. L'expérience fut révélatrice. « C'est à ce moment-là que mes plans de carrière ont changé. Plutôt que de viser un emploi dans l'industrie aérospatiale, j'ai décidé de me consacrer

désormais me dédier à l'enseignement universitaire. »

LE COURS, UNE EXPÉRIENCE VIVANTE

M. Ammar déploie ses talents de pédagogue en tant que maître d'enseignement au Département de génie mécanique depuis 2017. « J'instaure une forte interaction avec mes étudiantes et étudiants dans mes cours. Je les pousse à participer activement, à poser des questions et à partager leurs réflexions. Selon moi, la plus grande partie du travail pour favoriser et faciliter l'acquisition des connaissances se fait essentiellement en cours, qu'ils se déroulent en présentiel ou en ligne. » Ses cours font l'objet d'une minutieuse préparation, car « maîtriser sa matière, c'est aussi prévoir quelles questions se poseront les étudiants ».

Afin de conserver l'attention des étudiants et valider leur compréhension, il estime nécessaire d'intégrer des activités interactives dans les cours. « Par exemple, pour l'enseignement à distance, j'active le micro pour que les étudiants puissent prendre la parole. Je m'efforce de reproduire au mieux ma façon d'interagir en présentiel au cours en ligne. »

VISION TRANSVERSALE

Peu d'années séparent Sami Ammar de la génération actuelle. Pourtant, il

a été témoin d'une évolution dans les méthodes d'enseignement. « Lorsque j'étudiais, je me souviens avoir passé beaucoup de temps seul à essayer de comprendre le contenu des cours auxquels nous assistions de façon assez passive. À l'aide de différentes approches pédagogiques, j'aide aujourd'hui mes étudiants à développer une vision transversale de leurs connaissances, afin qu'ils puissent créer des passerelles entre leurs connaissances pour un apprentissage plus approfondi. » Sami Ammar profite de son expérience dans différentes spécialités (génie mécanique, aérospatial, mathématiques) pour créer des liens entre les disciplines et ainsi stimuler et susciter la curiosité des étudiants.

L'encadrement des projets de conception supervisée en troisième année lui fournit l'occasion de favoriser cette vision transversale. « Quand l'étudiant comprend comment il pourra utiliser les concepts qu'on lui enseigne, et les combiner aux connaissances qu'il a acquises dans d'autres matières pour résoudre des problèmes d'ingénierie, il les assimile mieux et est plus enclin à participer et à s'investir dans ses apprentissages. »

Par ailleurs, M. Ammar est à l'origine de la création du Centre de Consultation en MÉCAnique et Aérospatiale (CCMECA),

SAMI AMMAR, MAÎTRE D'ENSEIGNEMENT,
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE



dont il pilote les activités. Les étudiants en première ou deuxième année de baccalauréat y trouvent l'aide dont ils ont besoin, que ce soit en présentiel ou en ligne.

IMPLIQUÉ AUPRÈS DE SES COLLÈGUES

Cherchant à améliorer et faciliter les procédures au sein de son département, M. Ammar a une nouvelle fois fait preuve d'innovation. Fini les copies qui passent d'une main d'un correcteur à un autre ! Un collègue et lui ont développé un outil numérique de gestion automatisée des corrections qui permet de segmenter les questions et les annotations. « Les correcteurs travaillent désormais simultanément sur une même copie sans avoir à attendre que leurs collègues aient terminé leur partie. C'est plus efficace », explique-t-il. Bientôt, il ajoutera à cet outil une fonctionnalité de reconnaissance d'écriture manuscrite permettant d'automatiser la saisie et l'exportation des notes.

À l'aide de présentations et de publications d'articles, Sami Ammar fait part avec enthousiasme de ses expériences sur l'accompagnement des étudiants dans leurs apprentissages au corps professoral de Polytechnique et d'ailleurs. Il siège régulièrement à des comités scientifiques de conférences internationales de renom en éducation, en pédagogie ou en technologies

d'apprentissage. Par ailleurs, ses ouvrages sur le transfert de chaleur sont utilisés dans plusieurs universités francophones au Québec et à l'international.

Naturellement, la période COVID lui a fourni de nouvelles occasions de mobiliser ses compétences d'innovateur pédagogique pour accompagner ses collègues professeurs et les étudiants dans le nouvel environnement d'enseignement à distance. « La COVID a marqué un tournant. Jusqu'alors, la majorité des professeurs était peu favorable à développer des cours en ligne, mais par la force des choses, tout le monde a dû se lancer en un temps record. »

Lui-même a été particulièrement productif durant cette période, créant ou adaptant de nombreux outils tels que des capsules vidéo asynchrones avec activités interactives à rétroaction immédiate et des tests éclair interactifs.

« Je suis persuadé que l'expérience COVID aura des effets durables sur notre façon d'enseigner, souligne-t-il. Les diverses technologies d'apprentissage ont révélé tout leur intérêt pour la formation à distance et, en même temps, la valeur du présentiel s'est affirmée plus que jamais. Je crois que nous sommes bien préparés à concilier le meilleur des deux approches, pour le plus grand bénéfice de nos étudiants. »

RECONNAISSANCE

Nul n'est surpris par les évaluations excellentes que reçoit Sami Ammar de la part de ses étudiantes et ses étudiants. L'Association étudiante de Polytechnique lui a d'ailleurs décerné à six reprises le prix Méritas. Cette reconnaissance est partagée par ses pairs, qui lui ont remis en 2016 le Prix d'excellence en enseignement en mathématiques et en génie industriel, dans la catégorie « Chargé de cours », ainsi que le Prix d'excellence en enseignement cette année. Récompense dont il est le plus fier, qui n'aurait pas été possible sans le soutien de sa conjointe et de sa famille malgré la distance, et qui couronne des années de travail et de sacrifices.

« Ma plus grande fierté, c'est de contribuer à l'amélioration de la société en aidant à préparer sa future génération de bâtisseurs », témoigne-t-il.

M. Ammar est tellement investi dans son rôle d'enseignant qu'il lui est difficile d'imaginer ce qu'il aurait pu faire d'autre dans la vie. « Peut-être que j'aurais fait de la politique. C'est une autre façon d'apporter des changements dans la société. Un politicien doit trouver la bonne démarche pour expliquer ses idées et ses décisions, afin d'obtenir l'adhésion de la population. Dans le contexte que l'on vient de vivre, on constate combien c'est important. Finalement, c'est encore de la pédagogie... » /

LOUISE MILLETTE, STRATÈGE INTÈGRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

PAR CATHERINE FLORÈS

« ON NE NOUS AVAIT JAMAIS DIT CELA AVANT » : CETTE PHRASE, LA P^{RE} LOUISE MILLETTE L'À ENTENDUE PLUS D'UNE FOIS AU COURS DE SA CARRIÈRE. CONNUE POUR SA DÉTERMINATION PEU COMMUNE ET SON FRANC-PARLER, ELLE N'A JAMAIS HÉSITÉ À FAIRE BOUGER LES LIGNES DES ORGANISATIONS POUR FAVORISER UNE MEILLEURE RÉPONSE SOCIALE ET ENVIRONNEMENTALE AUX GRANDS ENJEUX DE LA SOCIÉTÉ. À L'HEURE DE FERMER LE CHAPITRE SUR SES SIX MANDATS À LA DIRECTION DU DÉPARTEMENT DES GÉNIE CIVIL, GÉOLOGIQUE ET DES MINES – UN RECORD POUR UN TEL POSTE À POLYTECHNIQUE – ELLE REVIENT SUR SON PARCOURS SINGULIER.

NAISSANCE D'UNE VOCATION

Issue d'un milieu ouvrier modeste, Louise Millette est l'une des rares femmes de sa famille élargie à entrer à l'université. « Ma famille n'avait pas les moyens de me payer des études. Je suis un pur produit des prêts et bourses », souligne-t-elle. La brillante élève, qui excelle en sciences et mathématiques, des disciplines dont le côté « carré » correspond à son esprit cartésien, se dirige d'abord vers des études en physique à l'Université de Montréal. Mais si la matière lui plaît, elle s'aperçoit que les débouchés lui permettraient difficilement de réaliser son rêve d'agir pour

améliorer la société. « Travailler pour la Défense, comme la plupart des étudiants de ma classe s'y destinaient, ne correspondait pas à ma vision du changement que je souhaitais apporter dans la société. Toutefois, il était important pour moi que ma future profession me procure un bon salaire, car je connaissais trop bien la précarité. »

Comment concilier ces aspirations ? C'est un paysage familial qui lui fournit la réponse : « Je résidais à Laval, et je longeais quotidiennement la rivière des Prairies. À l'époque – on parle des années 70 –, celle-ci était un égout à ciel ouvert, entouré d'un tissu urbain qui se développait de façon anarchique. Agir en faveur de l'environnement, voilà une mission qui me correspondait. Et quelle discipline, sinon le génie civil, pouvait me permettre de la réaliser, tout en m'assurant un bon salaire ? »

Elle entame ses études de baccalauréat en génie civil à l'Université de Sherbrooke, en raison du programme coop lui permettant de travailler pour financer ses études. Revenue à Montréal pour des raisons personnelles, elle intègre Polytechnique pour terminer son baccalauréat, non sans quelques appréhensions. « Au cégep, je lisais parfois *Le Polyscope* et le récit des ini-

tations me rebutait. Or, j'ai trouvé un milieu très accueillant à Polytechnique, ainsi que des possibilités uniques de progresser vers mon objectif. » Polytechnique lance en effet cette année-là sa nouvelle orientation en génie de l'environnement dans son programme de génie civil, une voie parfaite pour Louise Millette, qui termine majeure de sa promotion.

Grâce à un stage de recherche en environnement dans le laboratoire P^r Raymond Desjardins, elle constate que la recherche exige avant tout un travail acharné, rien qui ne puisse intimider cette bûcheuse. De plus, le marché de l'emploi n'étant pas favorable à ce moment-là pour les ingénieurs civils (la Baie-James venait de terminer sa première phase), poursuivre des études supérieures apparaît un choix pertinent. Encouragée par le P^r Desjardins, elle obtient une bourse d'excellence et s'inscrit à une maîtrise en traitement des eaux à l'Université de Colombie-Britannique à Vancouver, afin de voir du pays et de parfaire son anglais.

EXPÉRIENCE NORDIQUE IMPRÉVUE

À mi-chemin dans son programme en Colombie-Britannique, elle reçoit un appel surprenant d'un chercheur croisé au laboratoire de Raymond Desjardins.



Celui-ci l'informe que l'Administration régionale Kativik, qui fournit du soutien à tous les villages nordiques à partir de Fort Chimo (aujourd'hui Kuujjuaq) au Nunavik, cherche quelqu'un pour réaliser un mandat subventionné en conservation d'énergie. Organisée, bilingue et aventurière, Louise Millette lui semble taillée pour ce mandat. Au grand dam de ses professeurs, celle-ci met en suspens sa maîtrise, perd sa bourse par la même occasion et part s'installer pour un an dans le Grand Nord, au cœur de Kangirsuk, une communauté de 252 habitants.

« Le projet était mené en partenariat avec le gouvernement du Québec, Hydro-Québec, Makivik et la Société d'habitation du Québec. Les maisons anciennes, construites par le gouvernement canadien pour les Inuits, étaient déficientes du point de vue isolation thermique, mais certaines familles devaient continuer à y habiter dans l'attente des nouvelles constructions. Mon mandat était donc d'expliquer aux gens comment rendre leurs habitations plus confortables et moins énergivores en les calfeutrants et en réduisant les infiltrations. Mes relations avec cette communauté furent excellentes et cette expérience dépaysante m'a permis de déboulonner bien des mythes concernant le mode de vie des Inuits. »

OSER BOUSCULER LES CULTURES ORGANISATIONNELLES

Son mandat achevé, elle retourne à Vancouver pour terminer sa maîtrise, puis revient faire un doctorat à Polytechnique. Un an avant l'obtention du diplôme, sa bourse doctorale s'achève, il lui faut se trouver un emploi. « J'ai postulé chez Bell, qui ouvrait un poste lié à l'environnement, mais l'entreprise estimait impossible de m'accorder un emploi à temps partiel pour me permettre d'achever mon doctorat. Trois mois plus tard, le poste restant vacant, je suis revenue à la charge. Cette fois, je les ai convaincus, même si cet arrangement était "très inhabituel" pour eux. »

Dans ces années 90, Bell, comme bien des entreprises, décide de revoir ses processus en vue de se conformer aux règlements prévus par la loi sur l'environnement. Poser un diagnostic sur les activités, préparer des plans et les mettre en œuvre, bâtir une équipe, accompagner le changement : tout est à faire. M^{me} Millette relève le défi avec sa ténacité coutumière. « J'ai eu la témérité de les prévenir que mes actions ne seraient pas une opération d'éco-blanchiment ».

Elle demeure chez Bell bien au-delà de

la fin de son doctorat. Mais au début de la nouvelle décennie, le marché des télécoms dorénavant ouvert à la compétition implique des compressions de personnel et une course au rendement accélérée. M^{me} Millette ressent l'envie d'autres horizons. Lors d'un événement de l'Association des diplômés, elle apprend que le poste de direction du CGM est ouvert. Tournant le dos à une prestigieuse carrière chez Bell, elle présente sa candidature, qui est refusée car son parcours est jugé trop atypique. Mais on ne dit pas aisément non à Louise Millette. « J'ai envoyé une lettre au comité de sélection pour faire valoir mes compétences et mes motivations. Les membres ont accepté de me rencontrer, même si c'était, là encore, "très inhabituel" selon leurs termes. Et après un concours en bonne et due forme, j'ai obtenu le poste. »

M^{me} Millette devient ainsi en 2002 la première femme directrice de département de Polytechnique. À l'époque, de sévères coupes dans les subventions publiques en éducation mettent à mal le budget de l'établissement. Le Département CGM, quant à lui, ne recrute pas assez d'étudiants pour répondre aux besoins de l'industrie. Une nouvelle fois, M^{me} Millette met à profit sa capacité à poser un diagnostic ainsi que sa force de

LOUISE MILLETTE (SUITE)

conviction. Elle fédère son équipe dans la mise en œuvre des moyens nécessaires pour rendre la formation en phase avec les attentes des nouvelles générations étudiantes et en faire la promotion.

INSTAURER LA PENSÉE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE À POLYTECHNIQUE ET DANS LA SOCIÉTÉ

« La société prend de plus en plus conscience des impacts environnementaux et sociaux des décisions prises par les ingénieurs. Il nous incombe de développer la responsabilité environnementale de la relève en génie et de lui donner de meilleures connaissances en développement durable », déclare la Pr^e Millette, dont la présence à diverses tables de concertation à Polytechnique et au pays contribue à transformer la formation des ingénieurs en ce sens.

Sous son impulsion, sont créés à Polytechnique l'orientation thématique en développement durable ainsi que le projet intégrateur en développement durable, aujourd'hui ouvert aux étudiants de tous les programmes de baccalauréat.

Polytechnique doit entre autres aux actions de M^{me} Millette et de ses collaborateurs l'élaboration de sa première politique en matière d'environnement

en 2004, la constitution du comité de gestion environnementale, la création du Bureau du développement durable, la création du cours en ligne gratuit *L'ingénieur, source de solutions durables*, ainsi que l'obtention du niveau Or de l'accreditation internationale Sustainable Tracking Assessment & Rating System (STARS) mesurant la performance en durabilité d'établissements d'enseignement supérieur du monde entier.

APPRÉHENDER LE TEMPS LONG DU CHANGEMENT

Soucieux des questions environnementales, les étudiants veulent aujourd'hui jouer un rôle actif dans le changement, constate Louise Millette. Certains craignent de vendre leur âme au diable en allant travailler pour l'industrie. Elle veut les rassurer : le changement n'est pas l'enjeu d'un bras de fer, mais le résultat d'une négociation. Il faut donc se montrer stratégique et tenace, estime-t-elle.

Une attitude qui vaut aussi pour les nouvelles préoccupations de la société, comme l'équité, la diversité et l'inclusion (EDI), pense la professeure, qui siège au comité EDI de Polytechnique. « On ne peut minimiser les impacts de la discrimination sur une personne et sur sa carrière. Pourtant, c'est un exercice

délicat de faire reconnaître l'existence de biais systématiques et d'une inéquité de traitement dans une organisation. Il faut sensibiliser sans heurter et parvenir à convaincre que créer des conditions plus équitables ne nuit pas à l'excellence. Parfois aussi, c'est en croyant bien faire qu'un gestionnaire embauche systématiquement des gens sortis du même moule que les autres membres de son équipe. L'idée qu'en étant homogène, l'équipe travaillera forcément mieux, est présente même dans les universités et doit être déconstruite patiemment. »

Fidèle à la mission qu'elle s'est donnée, M^{me} Millette souhaite dorénavant s'investir plus intensivement dans le Bureau du développement durable et pilotera l'Axe formation de l'Institut en ingénierie durable et économie carbone actuellement en construction. « Faire grandir la pensée développement durable à Polytechnique aidera nos futurs ingénieurs et ingénieures à comprendre qu'on ne change pas le monde avec des technologies mais avec des personnes. C'est leur façon d'agir qui transformera la société. » /



NOUVEAUX PROGRAMMES DE CERTIFICAT EN CYBERSÉCURITÉ

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL OUVRE À L'AUTOMNE 2021 TROIS NOUVEAUX PROGRAMMES DE CERTIFICAT EXCLUSIFS POUVANT MENER À L'OBTENTION D'UN BACCALAURÉAT PAR CUMUL AVEC APPELLATION EN CYBERSÉCURITÉ.

POSSIBILITÉ DE BACCALAURÉAT PAR CUMUL EN CYBERSÉCURITÉ

Entièrement revue pour suivre l'évolution rapide du domaine, la populaire formation en cybersécurité des réseaux informatiques a été scindée en deux nouveaux programmes de certificat, soit Analyse et cybersécurité opérationnelle et Architecture et gestion de la cybersécurité. Ces programmes visent à former des spécialistes capables de concevoir et d'appliquer les meilleures pratiques de défense, de protection et de maintien de l'intégrité des réseaux informatiques commerciaux et institutionnels sur Internet.

S'ajoute également un tout nouveau programme de certificat en Internet industriel des objets (IIo). Révolutionnant la façon dont les entreprises innovantes colligent et partagent leurs données, l'IIo, conjugué à l'intelligence artificielle, ouvre la porte à des possibilités d'exploitations industrielles inimaginables jusqu'à présent. Ce programme de certificat vise à former des spécialistes qui pourront analyser, développer et mettre en œuvre tous les processus basés sur les solutions et les

applications de l'IIo dans le domaine industriel.

Ces formations s'ajoutent aux autres programmes de certificat de Polytechnique en cybersécurité : cyberenquête, cyberfraude ainsi que *Cybersecurity* (en anglais). Compléter trois programmes de certificat de 30 crédits ouvre à la qualification pour l'obtention d'un baccalauréat par cumul avec appellation en cybersécurité, ce qui est tout à fait unique dans le milieu.

FLEXIBILITÉ ET RIGUEUR

Conçus il y a une quinzaine d'années à Polytechnique, les premiers programmes de certificat en cybersécurité visaient tout d'abord à former les policiers aux enjeux de la sécurité sur Internet. La formation a toutefois rapidement évolué afin de suivre les besoins du marché et l'évolution constante des connaissances.

Les trois nouveaux programmes de certificat s'adressent à des personnes qui possèdent des compétences en informatique ou qui souhaitent s'initier au domaine, que ce soit par intérêt personnel, ou à l'occasion d'une réorientation de carrière. Afin de faciliter la conciliation travail-famille, les cours sont offerts en ligne, de soir ou de façon asynchrone. La formation comprend des cours obligatoires et des cours optionnels, ce qui permet aux étudiants de personnaliser leur parcours.

« Les programmes de certificat ont été conçus avec la même rigueur que les programmes de baccalauréat et de cycles supérieurs », souligne Nora Boulahia Cuppens, experte en cybersécurité et professeure titulaire au Département de génie informatique et génie logiciel de Polytechnique, qui a codirigé la création des nouveaux programmes de certificat. « Les chargés de cours sont des spécialistes reconnus, qui ont une expérience directe du terrain. La formation est évolutive et incorpore des cas concrets. La demande est grande en cybersécurité, il y a de la place pour la relève, et tout particulièrement pour les femmes, encore trop peu nombreuses dans ce domaine », estime-t-elle.

PÉNURIE DE CYBERTALENTS

La pénurie de professionnels en cybersécurité est un défi de plus en plus critique. Un rapport de Deloitte estime que 28 000 professionnels de la cybersécurité seront nécessaires pour combler les besoins des organisations cette année. Polytechnique, qui offre des programmes de certificat en cybersécurité depuis plus de 15 ans, a d'ailleurs vu ses inscriptions bondir au cours des dernières années. /

Pour en savoir plus :

polymtl.ca/futur-certificat/programmes

AYMERIC GUY ET CATHERINE FOREST-NAULT,
DOCTORANTS EN GÉNIE BIOMÉDICAL,
COFONDATEURS DE LIFEENGINE



RÉPONSE INNOVANTE AUX BESOINS DE FORMATION DES CHIRURGIENS

PAR CATHERINE FLORÈS

COMMENT S'ENTRAÎNENT LES CHIRURGIENS ? EN S'EXERÇANT SUR DES CORPS OU DES ORGANES INERTES, OU ENCORE SUR DES MANNEQUINS INTERACTIFS. PROBLÈME : CES PROCÉDÉS MANQUENT... DE VIE. L'ABSENCE DE PHÉNOMÈNES COMME LA CIRCULATION SANGUINE OU LA RESPIRATION DIMINUE LE RÉALISME DES CONDITIONS COMPLEXES D'UNE OPÉRATION. AUTRE PROBLÈME : COMMENT MESURER OBJECTIVEMENT LA PERFORMANCE DES ACTES CHIRURGICAUX ? LIFEENGINE, ENTREPRISE COFONDÉE PAR AYMERIC GUY ET CATHERINE FOREST-NAULT, DEUX DOCTORANTS EN GÉNIE BIOMÉDICAL À POLYTECHNIQUE, PROPOSE DES SOLUTIONS INNOVANTES QUI RÉPONDENT AUX ATTENTES DES PRATICIENS.

Aymeric Guy a rencontré Catherine Forest-Nault dans le cadre d'une activité organisée par l'Institut TransMedTech, où il réalise ses travaux de doctorat sous la direction du P^r Carl-Éric Aubin. L'étudiante lui a fait part de son idée d'offrir des solutions visant à donner aux chirurgiens de nouveaux moyens de se perfectionner. Une idée issue de son projet de quatrième année en génie biomédical et qui correspondait à un besoin exprimé par le milieu médical. « Je rêvais depuis longtemps de lancer une entreprise, voilà l'occasion que j'attendais ! », rapporte Aymeric Guy.

LifeEngine propose deux types d'équipements : des organes synthétiques reliés à un système de circulation, d'une part. Les gestes opératoires sont mesurés par des capteurs intégrés dans le système qui permettent de collecter des données et de faire le suivi de la progression. D'autre part, un simulateur dynamique cadavérique qui recrée une circulation sanguine dans le système vasculaire (une solution aux propriétés similaires à celles du sang est chauffée et pompée dans le corps pour recréer un flux sanguin pulsé), de même que la ventilation des poumons. Le système est également en mesure de fournir des courbes de tension artérielle réalistes ou encore de simuler certaines pathologies de façon dynamique.

« Nous avons fait valider notre concept auprès de chirurgiens de différentes spécialités à l'Hôpital Sacré-Cœur et au centre d'anatomie de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Les retours d'expérience sont très encourageants. Maintenant, nous utilisons les données enregistrées grâce aux capteurs et caméras vidéo pour développer une intelligence artificielle qui analysera objectivement la performance du praticien durant son entraînement », indique Aymeric Guy. Ce projet répond à l'enjeu de l'évaluation des chirurgiens. Le système assurera une évaluation quantitative et standardisée, contrairement à

l'évaluation qualitative et subjective réalisée par les pairs. « Les chirurgiens ont peu de moyens pour atteindre les crédits de formation continue exigés par le Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada. Aujourd'hui, ils valident leurs crédits pratiques par une autoévaluation ou une revue par les pairs, ajoute le jeune entrepreneur. Notre système représenterait une option intéressante pour naviguer plus efficacement dans ce processus d'évaluation nécessaire mais coûteux pour le système de santé. »

Le potentiel commercial de leurs solutions n'empêche pas LifeEngine d'avancer de façon mesurée. « Il y a un fossé à franchir entre recevoir des commentaires positifs sur notre projet et trouver la clientèle qui sera prête à investir. Actuellement, nous promovons l'utilisation de nos systèmes auprès des chirurgiens afin de collecter suffisamment de données », mentionne Aymeric Guy, dont l'entreprise a toutefois décroché un contrat en France.

Les deux cofondateurs ont récemment remporté le premier prix dans la catégorie « Innovations technologique et technique », dans le volet Création d'entreprise des Grands Prix Desjardins du Défi OSEntreprendre 2021. Catherine Forest-Nault a également remporté le Coup de cœur Entrepreneuriat féminin. /

JEAN-FRANÇOIS ROY, VICE-PRÉSIDENT
RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT DE
CARRÉ TECHNOLOGIES



QUAND VOS VÊTEMENTS SURVEILLEN VOTRE SANTÉ

PAR CATHERINE FLORÈS

TOUT LE MONDE PEUT AVOIR BESOIN UN JOUR DE SURVEILLER SES SIGNES VITAUX SANS SOUHAITER S'ENCOMBRER D'UN TAS D'APPAREILS MÉDICAUX CÔUTEUX ET COMPLEXES. UN VÊTEMENT BIOMÉTRIQUE CONNECTÉ POURRAIT RÉPONDRE À CE BESOIN, ONT PENSÉ JEAN-FRANÇOIS ROY ET PIERRE-ALEXANDRE FOURNIER. CES DEUX DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE ONT FONDÉ EN 2006 LEUR ENTREPRISE D'INFORMATIQUE MÉDICALE CARRÉ TECHNOLOGIES, DONT LE PRODUIT-PHARE EST UN VÊTEMENT QUI ALLIE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, CAPTEURS NON INVASIFS, LOGICIELS DE DONNÉES EN SANTÉ ET PLATEFORME MOBILE.

DES AMIS DE LONGUE DATE DEVENUS PARTENAIRES D'AFFAIRES

« Pierre-Alexandre et moi, nous nous connaissons depuis le secondaire. Nous avons fait ensemble notre bac en génie électrique à Polytechnique et nous y sommes revenus en même temps pour y faire une maîtrise, lui en réseaux neuronaux, moi en micro-électronique biomédicale. Notre complémentarité et notre désir de créer des solutions profitables à la santé du plus grand nombre sont à l'origine de notre aventure d'entrepreneurs », relate Jean-François Roy, vice-président Recherche et Développement.

SOLUTION TRÈS COMPLÈTE DE SANTÉ CONNECTÉE

Commercialisés sous la marque Hexoskin

Health Solutions & AI, les vêtements intelligents conçus par l'équipe de M. Roy sont des maillots de sport avec capteurs discrètement intégrés. À la différence d'autres solutions de « mesure de soi » (*quantified self* en anglais) sur le marché, tels que les bracelets connectés, ces vêtements sont capables de mesurer simultanément une grande quantité de signes physiologiques (jusqu'à plusieurs milliers à la minute) : activité cardiaque (fréquence, rythme, etc.), activité respiratoire (nombre de respirations par minute, volume d'air dans les poumons, consommation maximale d'oxygène) ou encore pression sanguine. Rien ne leur échappe ! Certains sont aussi capables de mesurer la fréquence de mouvements. On peut même les porter la nuit pour analyser la qualité du sommeil.

Ces données sont envoyées à une plateforme d'intelligence artificielle qui les analyse en temps réel en tenant compte de l'activité de l'utilisateur au moment où la donnée a été prise. L'utilisateur peut accéder à ces informations par son téléphone intelligent, sa tablette ou sa montre connectée. « Il conserve un libre accès à ses données et demeure libre de leur usage, car notre solution est construite sur le mode de données ouvertes. Nous sommes aussi extrêmement attentifs à l'aspect de la confidentialité des données », précise M. Roy, dont l'entreprise bénéficie de collaborations avec l'Institut de valorisation des données (IVADO) et

de l'Institut québécois d'intelligence artificielle, le MILA.

HABILLER DAVID SAINT-JACQUES

Les partenaires commerciaux de Carré Technologies comptent des groupes de recherche universitaire ou hospitalière, de même que des entreprises des secteurs pharmaceutique, de la santé et sécurité du travail, de la défense et de la sécurité. « Notre plateforme a l'avantage d'être configurable, nous pouvons donc adapter nos solutions à diverses clientèles », indique M. Roy.

Ces dernières années, de nouveaux partenaires ont fait appel à la solution Hexoskin, et pas les moindres : l'Agence spatiale canadienne et la NASA. Pour elles, l'entreprise a développé Astroskin, une solution destinée à relever et à analyser les signes vitaux de l'équipage de la Station spatiale internationale. « David Saint-Jacques a ainsi porté le maillot Astroskin lors de sa dernière mission », mentionne avec fierté Jean-François Roy.

MARCHÉ EN ÉMERGENCE

« Nous nous intéressons aussi à la vente au grand public, mais c'est une activité encore marginale, du moins pour le moment », ajoute M. Roy. Celui-ci pense toutefois que la demande des particuliers, soucieux de prendre en main leur santé ou de mesurer leurs performances sportives, va s'accroître rapidement.

« Je suis heureux que notre entreprise contribue à l'avènement de la télémédecine, qui peut répondre à de nombreux besoins en santé », estime-t-il. Chose certaine, Hexoskin dessine d'ores et déjà des lignes de notre futur connecté. /

PR ANDREA LODI, DIRECTEUR DE LA CHAIRE D'EXCELLENCE EN RECHERCHE DU CANADA (CERC) SUR LA SCIENCE DES DONNÉES POUR LA PRISE DE DÉCISION EN TEMPS RÉEL DE POLYTECHNIQUE MONTRÉAL



DES ALGORITHMES QUI CHANGENT LA VIE

LA CHAIRE D'EXCELLENCE EN RECHERCHE DU CANADA (CERC) SUR LA SCIENCE DES DONNÉES POUR LA PRISE DE DÉCISION EN TEMPS RÉEL DE POLYTECHNIQUE MONTRÉAL – LA PLUS IMPORTANTE CHAIRE EN RECHERCHE OPÉRATIONNELLE DU PAYS – DÉVELOPPE DEPUIS 2015 DES OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION EXTRÊMEMENT NOVATEURS SOUS LA DIRECTION DU PR ANDREA LODI, PAR AILLEURS CODIRECTEUR DE L'INSTITUT DE VALORISATION DES DONNÉES (IVADO).

ACTEUR PHARE DE L'ÉCOSYSTÈME DE L'IA MONTRÉALAIS

L'équipe du Pr Lodi tire le meilleur parti de la fusion de l'optimisation discrète et de l'intelligence artificielle (IA) pour en faire bénéficier l'ensemble de la société grâce à ses projets visionnaires. Elle s'appuie pour cela sur ses étroites collaborations avec IVADO, IVADO Labs, Element AI, Scale AI, de même qu'avec des industries, des centres hospitaliers et des organismes humanitaires.

Planification de trajectoires de drones lors de catastrophes humanitaires, détection de fraudes sur les marchés boursiers, optimisation de l'offre de produits dans les boutiques des chaînes de commerces, aide à la décision pour la transplantation d'organes, etc. : aucun domaine ne semble échapper à l'intérêt de cette équipe multidisciplinaire.

AU CHEVET DES PATIENTS EN ATTENTE D'UNE GREFFE

Un des projets emblématiques de la CERC du Pr Lodi est sans doute celui visant à aider les patients en attente d'une transplantation rénale et leur équipe médicale à prendre la difficile décision d'accepter ou non un greffon. De concert avec la néphrologue-transplantologue et chercheuse au CHUM de Montréal, la Dre Héloïse Cardinal, l'équipe du Pr Lodi développe un outil intelligent basé sur l'apprentissage machine, capable de prendre en compte les nombreux facteurs en jeu pour prédire les chances de survie du patient avec le greffon, de même que le délai d'attente probable jusqu'à une prochaine offre de transplant plus favorable au patient en cas de refus du greffon. Ce projet pourrait augmenter les chances de succès des greffes.

ACCÈS ÉTHIQUE AUX TESTS SARS-COV-2

Comment éviter les ratés – dramatiques en cas de pandémie – dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement des fournitures des laboratoires cliniques? La recherche d'une solution dans les débuts de la crise de la COVID a fait l'objet d'une alliance entre la chaire du Pr Lodi, Scale AI, IVADO Labs et les Laboratoires Roche. Leur projet : concevoir un outil prédictif pour optimiser de façon éthique l'allocation des trousseaux de dépistage. En un temps record, et malgré les défis de l'urgence, les chercheurs ont développé un modèle d'IA capable de prédire avec

une étonnante précision les besoins en tests chez les clients de Roche et d'adapter l'offre en conséquence. Le succès du projet laisse prévoir que l'utilisation de cet outil prédictif sera étendue à d'autres types de tests de dépistage et à d'autres pays.

SOUTIEN AUX LOGICIELS LIBRES

Le souci de démocratisation des avancées en IA amène l'équipe de la CERC à collaborer avec des équipes de développeurs à travers le monde pour soutenir des projets de logiciels libres. Parmi ceux-ci, la librairie Extensible Combinatorial Optimization Learning Environments (Ecole), qui vise le développement d'approches d'apprentissage automatique pour l'optimisation combinatoire.

BILAN À L'APPROCHE DU TERME DU PREMIER MANDAT DE LA CHAIRE

« Lorsque j'ai démarré les travaux de ma chaire, son domaine, à l'intersection de l'apprentissage automatique et de l'optimisation discrète, en était à ses balbutiements, déclare Andrea Lodi. Grâce à l'équipe de ma chaire, qui s'appuie sur l'écosystème scientifique stimulant de Montréal et sur son esprit de collaboration, la conversion des données en connaissances stratégiques en temps réel apparaît aujourd'hui le plus fiable appui aux décisions humaines. Nous sommes mondialement reconnus pour nos contributions scientifiques, nos logiciels et nos travaux créateurs d'élan. C'est certainement ma plus grande satisfaction en tant que chef d'équipe. » /

FRANÇOIS BERTRAND,
DIRECTEUR GÉNÉRAL ADJOINT
ET DIRECTEUR DE LA FORMATION
ET DE LA RECHERCHE



POLYTECHNIQUE DYNAMISE SON SYSTÈME D'INNOVATION

DEPUIS AVRIL DERNIER, LA VALORISATION DE LA RECHERCHE PUBLIQUE DU QUÉBEC FONCTIONNE SELON UN NOUVEAU MODÈLE. UNE NOUVELLE SOCIÉTÉ DE VALORISATION, AXELYS, MISE SUR PIED AVEC LA CONTRIBUTION DE POLYTECHNIQUE MONTRÉAL, VIENT REMPLACER LES TROIS SOCIÉTÉS DE VALORISATION DE LA RECHERCHE UNIVERSITAIRE (SVU), DONT UNIVALOR POUR NOTRE ÉTABLISSEMENT, QUI APPUYAIENT LES UNIVERSITÉS QUÉBÉCOISES DEPUIS 2001. AXELYS BÉNÉFICIE D'UN BUDGET PLUS ÉLEVÉ QUE CEUX DES PRÉCÉDENTES SVU. SES ACTIVITÉS S'INTÈGRENT DANS L'ÉCOSYSTÈME D'INNOVATION QUE NOTRE UNIVERSITÉ EST EN TRAIN D'ACTUALISER, DANS LA DROITE LIGNE DE SON PLAN STRATÉGIQUE. EN EFFET, POLYTECHNIQUE DÉSIRE RÉPONDRE AUX DÉFIS AUXQUELS NOTRE SOCIÉTÉ EST CONFRONTÉE, EN INTENSIFIANT LA RECHERCHE COLLABORATIVE, L'ÉCHANGE ET L'APPLICATION DE CONNAISSANCES, DE MÊME QUE LA COMMERCIALISATION DES TECHNOLOGIES ET PROCÉDÉS CONÇUS PAR SES CHERCHEURS ET CHERCHEURES AINSI QUE PAR SES ÉTUDIANTS ET SES ÉTUDIANTES.

REFLÉTER NOTRE CAPACITÉ D'IMPACT

Dans mon billet du précédent numéro de *Poly*, je vous présentais les huit pôles d'excellence autour desquels sont structurées nos activités de recherche. Nos scientifiques réalisent chaque année plusieurs avancées scientifiques majeures qui contribuent à la renommée de notre établissement, en plus de mettre au point de nombreuses nouvelles technologies revêtant un intérêt dans plusieurs secteurs liés à nos pôles d'excellence. Plusieurs de ces avancées permettent en outre d'améliorer la qualité de vie de nos concitoyens en apportant, par exemple, des solutions à des problématiques environnementales. Elles impliquent des collaborations étroites avec un réseau étendu de partenaires industriels, universitaires, hospitaliers, gouvernementaux et autres, qui bénéficient de l'expertise de nos chercheuses et chercheurs, de leurs connaissances et des dites avancées technologiques réalisées en nos murs. Ces avancées sont depuis longtemps valorisées de diverses façons, allant par exemple de l'octroi de licences à des demandes de brevets, en passant par la création d'entreprises dérivées.

Nous travaillons en fait depuis longtemps à la résolution de grands défis de notre société. Mais nous voulons le faire mieux, et surtout de façon plus efficace,

« Polytechnique désire répondre aux défis auxquels notre société est confrontée. »

en anticipant les besoins de notre société et en y apportant des solutions technologiques, en collaboration avec nos partenaires et, surtout, avec les utilisateurs finaux de ces technologies. Cette collaboration trouve une de ses meilleures illustrations dans la recherche ouverte en innovation (*living lab*). Pour rappel, cette approche, sur laquelle est fondé l'Institut TransMedTech, implique dès les premières étapes de ses projets de recherche tous les acteurs du développement des technologies médicales, dont les patients et les utilisateurs partenaires. Nous voulons que les travaux de nos chercheuses et chercheurs permettent d'améliorer la qualité et l'espérance de vie de notre population grâce à des avancées technologiques dans le milieu médical, de réduire nos émissions de gaz à effet de serre par une meilleure optimisation des modes de transport en commun et alternatifs, ou encore de donner accès à une eau

POLYTECHNIQUE DYNAMISE SON SYSTÈME D'INNOVATION (SUITE)

de meilleure qualité à des populations éloignées, notamment les populations autochtones. Une meilleure exploitation de cette mine d'innovations technologiques à portée sociale est essentielle puisqu'elle est source de valeur pour le Québec.

L'actualisation de nos activités de valorisation de la recherche reflète cette vision. Et pour cela, nous devons mieux accompagner nos chercheuses et chercheurs, dès les étapes initiales de leurs projets. Et c'est ici qu'entre en jeu la nouvelle société de valorisation Axelys.

MISSION D'AXELYS

Axelys a pour mission d'assurer un service modulable et évolutif, adapté aux besoins de nos chercheuses et chercheurs. Elle mutualise les expertises (par exemple en propriété intellectuelle ou en développement des affaires) dans tous les secteurs et toutes les régions du Québec. En outre, elle met à profit son large réseau de partenaires et travaille en synergie avec les autres organismes de soutien à la recherche et à l'innovation, ainsi qu'avec les acteurs de l'entrepreneuriat et du capital de risque, afin de favoriser une meilleure continuité de

financement entre les périodes de maturation technologique, de pré-amorçage et d'amorçage.

DES COURTIER EN INNOVATION AU SEIN DE POLYTECHNIQUE

Les moyens de valorisation traditionnels utilisés à Polytechnique avant la création d'Axelys demeurent valides : tout chercheur ou chercheuse souhaitant valoriser ou commercialiser une technologie issue de ses travaux pourra toujours le faire par l'entremise d'un brevet ou d'une licence, en s'associant avec un partenaire industriel avec qui il ou elle aura établi une collaboration, ou encore en créant une société dérivée. Les demandes de projets de maturation technologiques, telles celles encadrées par le Programme de soutien aux organismes de recherche et d'innovation (PSO), devront passer par Axelys. Nos chercheuses et chercheurs continueront de bénéficier de l'accompagnement des conseillers en valorisation d'Axelys dans toutes les étapes de la voie de leur choix. Dans le cas de technologies « orphelines », pour lesquelles aucun partenaire n'a encore été trouvé, la recherche d'un technopreneur pourra être prise en charge par Axelys. À noter également que les actifs

« Nous voulons que les travaux de nos chercheuses et chercheurs permettent d'améliorer la qualité et l'espérance de vie de notre population. »

auparavant gérés par Univalor le seront maintenant par cette nouvelle société de valorisation.

Un changement important s'opère dans la gestion des technologies développées par Polytechnique. Notre établissement engagera prochainement des courtiers en innovation. Cofinancés par Axelys, ils se joindront à l'équipe du Bureau de la recherche et Centre de développement technologique. Ils rencontreront les chercheurs et chercheuses et les sensibiliseront à la valorisation. Ils assureront aussi une veille pour repérer les technologies prometteuses. Ils assureront enfin la liaison avec les conseillers en valorisation



d'Axelys. Leur relation privilégiée avec nos équipes de recherche, leur accompagnement de proximité, leur connaissance de l'environnement de Polytechnique, mais aussi la mise à disposition des ressources du réseau d'Axelys, leur permettront de dépister plus rapidement des technologies présentant un fort potentiel de valorisation. Plusieurs universités du Québec et centres de recherche public (comme ceux des hôpitaux, par exemple) embaucheront également des courtiers en innovation, si bien qu'un véritable réseau collaboratif se développera à travers l'ensemble de l'écosystème québécois en recherche et innovation.

Nous nous réjouissons aussi du fait que, dans la foulée de la constitution d'Axelys, le gouvernement du Québec ait prévu la création d'un fonds d'investissement pour appuyer le pré-amorçage d'entreprises, afin d'aider les chercheurs-entrepreneurs à traverser les fameuses « vallées de la mort » qui freinent souvent le transfert d'une nouvelle technologie vers le marché. Ce soutien permettra aux technologies issues de notre recherche de gagner en maturité et facilitera leur mise en marché.

L'ENTREPRENEURIAT TECHNOLOGIQUE

À la restructuration de nos activités de valorisation de la recherche, viennent par ailleurs s'ajouter des investissements récents dans l'entrepreneuriat. En effet, Polytechnique est convaincue que le démarrage d'entreprises à forte valeur ajoutée est un autre puissant moyen d'action pour contribuer au dynamisme économique du Québec. En conséquence, elle déploie des ressources financières et humaines importantes pour stimuler la fibre entrepreneuriale de sa communauté étudiante, de même que celle de ses chercheuses et chercheurs. Le soutien aux chercheurs-entrepreneurs prend notamment la forme de parcours entrepreneuriaux. Ceux-ci permettent aux entrepreneurs en démarrage de bénéficier de l'expertise de nos chercheurs dans des secteurs stratégiques où Polytechnique se démarque. Ils leur donnent aussi accès à nos infrastructures et équipements de recherche, ainsi qu'au laboratoire de fabrication Polyfab. Après le Trajet-m, un parcours entrepreneurial en mobilité durable, Polytechnique s'apprête à lancer deux nouveaux trajets : un en technologies propres et l'autre en cybersécurité.

« Polytechnique est convaincue que le démarrage d'entreprises à forte valeur ajoutée est un autre puissant moyen d'action pour contribuer au dynamisme économique du Québec. »

Il ne fait nul doute pour moi que tous ces efforts, combinés à nos étroites collaborations avec un réseau étendu de partenaires industriels, gouvernementaux et universitaires, de même que l'actualisation de nos activités de valorisation permettront à Polytechnique, par le travail de sa communauté de recherche et de sa communauté étudiante, d'apporter des solutions originales aux enjeux auxquels est confrontée notre société. /

PR JEAN DANSEREAU, PO 83,
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE



L'ENCHANTEMENT DU SAVOIR SCIENTIFIQUE

PAR CATHERINE FLORÈS

JEAN DANSEREAU VIENT DE RECEVOIR DE POLYTECHNIQUE LE TITRE DE PROFESSEUR ÉMÉRITE. IL NOUS LIVRE SON TÉMOIGNAGE D'UNE FÉCONDE CARRIÈRE DE CHERCHEUR, D'ENSEIGNANT ET D'ADMINISTRATEUR UNIVERSITAIRE.

LES YEUX D'UN INGÉNIEUR SUR LE VIVANT

À Polytechnique, le nom de Jean Dansereau est étroitement associé au domaine de la biomécanique et de l'ingénierie de la réadaptation, dont il a contribué à faire un axe majeur du génie biomédical à Polytechnique en partenariat avec le CHU Sainte-Justine. Comment s'est développé cet intérêt chez lui ? « J'ai toujours été passionné à la fois par le vivant et par la mécanique, rapporte le professeur. Quand j'étais jeune, j'adorais me rendre à la scierie de mon père, tant la machinerie de l'usine me fascinait. »

Vers la fin de son baccalauréat à Polytechnique en génie mécanique, en 1981, il assiste à des séminaires animés par le Pr Gilbert Drouin sur les différents aspects de la biomécanique, qui lui donnent envie de se diriger vers ce domaine. Sa maîtrise, obtenue à Polytechnique en 1983, combine à la fois les aspects du génie mécanique, du génie biomédical et ce qu'on appelle

aujourd'hui le génie orthopédique. Ensuite, il s'engage dans un doctorat visant l'étude biomécanique des déformations de la colonne vertébrale et de la cage thoracique à l'Université du Vermont aux États-Unis.

En 1986, Jean Dansereau revient à Polytechnique pour démarrer sa carrière de professeur au Département de génie mécanique. Peu de temps après, l'idée de former à Montréal une équipe de recherche interdisciplinaire pour l'étude des déformations de la colonne vertébrale germe... sur un terrain de golf. « J'assistais à une conférence à Pointe-au-Pic, à laquelle était présent le Dr Hubert Labelle, chirurgien orthopédiste et spécialiste des traitements des scolioses à l'Hôpital Sainte-Justine. Nous avons entamé une partie sur le *green* local, discutant en même temps de possibilités d'allier nos compétences scientifiques. L'idée a fait son chemin et j'ai ensuite eu la chance de rencontrer le Pr Jacques de Guise, de l'ÉTS, un expert en imagerie biomédicale, avec qui nous avons développé une complicité extraordinaire. Notre équipe interdisciplinaire était formée ! Nos projets de recherche conjoints ont obtenu à la fois du financement des organismes subventionnaires provinciaux et fédéraux tant en génie que du domaine de la santé. »

À l'époque, le domaine de la biomécanique est encore assez mal connu. Mais l'équipe formée par Jean Dansereau parvient à établir un langage commun entre les disciplines de la biomécanique, de l'imagerie biomédicale, de la reconstruction/modélisation 3D, de la conception assistée par ordinateur (CAO) et de l'orthopédie. Elle acquiert rapidement une reconnaissance nationale et internationale. À Polytechnique, de brillants étudiants viennent travailler sous la direction du Pr Dansereau, dont un certain Carl-Éric Aubin.

« Notre équipe a démarré dans un tout petit laboratoire, mais en quelques années, nous occupions un demi-étage complet à Sainte-Justine, rapporte le Pr Dansereau. Nous avons été la première équipe au monde à représenter en 3D, avec des outils de CAO, l'évolution des déformations de la colonne vertébrale et du tronc. »

Ce travail de modélisation lui fait prendre conscience de l'extrême complexité de la structure du squelette et du corps humain. Comme en témoignait un de ses anciens étudiants, diplômé à la maîtrise et employé chez Bombardier : « C'est vrai que c'est difficile de modéliser un avion, mais modéliser un corps humain, c'est vraiment plus compliqué ! »

En 1996, les activités du P^r Dansereau s'orientent davantage vers l'ingénierie de la réadaptation : il obtient une chaire industrielle sur les aides techniques à la posture soutenue par Orthofab, une PME québécoise d'équipements en réadaptation. « Les projets de la Chaire visaient la conception d'éléments de positionnement pour les personnes en fauteuil roulant. C'est dans ce contexte que Carl-Éric Aubin est engagé, comme professeur adjoint à Polytechnique, pour reprendre le flambeau de la recherche sur la scoliose. »

VIRAGE VERS L'ADMINISTRATION UNIVERSITAIRE

Au tournant du siècle, malgré les succès scientifiques de la Chaire, le financement de celle-ci s'estompe. C'est l'occasion pour le P^r Dansereau d'envisager une réorientation de sa carrière. « L'Assemblée générale des professeurs de Polytechnique m'avait déjà élu membre du Conseil académique. À la demande de ce dernier, j'ai accepté de présider un groupe de travail mandaté pour élaborer une politique d'encadrement des étudiants des cycles supérieurs. Cette politique, la première du genre au Québec, acceptée en 1999, est toujours en vigueur aujourd'hui. »

En 2001, il est nommé directeur des études supérieures et de l'encadrement. S'ouvre une période intense : refonte des règlements de l'examen de synthèse et de la durée des études aux cycles supérieurs, élaboration d'ententes de double diplôme avec de grandes écoles et universités de génie européennes, création de nouveaux programmes d'études supérieures, etc. Sous sa direction, le nombre d'inscriptions au doctorat ne cesse de croître.

TÉMOIN ET ACTEUR D'UN CHANGEMENT PROFOND DE LA FORMATION EN INGÉNIERIE

« Un des projets les plus ambitieux que l'on m'a confiés fut mon implication, en tant que directeur adjoint de l'enseignement et de la formation, dans la refonte des programmes de baccalauréat entreprise par Polytechnique à partir de 2003 et qui s'est échelonnée jusqu'en 2008. En tant que président du comité qui veillait à l'implantation de ces nouveaux programmes, j'assistais au renouvellement de la vision de la formation en ingénierie : on parlait de compétences transversales, de stages obligatoires en entreprises, d'évaluation des apprentissages, de nouvelles approches pédagogiques... C'était fantastique ! La qualité de l'encadrement et la rétention des étudiants sont devenues alors de grandes priorités. Ce fut un grand chantier pour toute la communauté de Polytechnique et je suis fier d'y avoir apporté ma contribution ! »

Mais l'implication de Jean Dansereau déborde le cadre de Polytechnique. En 2009, il lance un chantier sur l'état de la structure de la maîtrise au Québec dans le cadre des activités de l'ADÉSAQ (Association des doyens des études supérieures au Québec) qui produit deux rapports sur le sujet, qui ont eu des répercussions dans l'ensemble des universités québécoises. Par la suite, il est nommé vice-président, puis président de cette association universitaire provinciale.

À Polytechnique, il met en place, en collaboration avec le P^r Jean Nicolas, expert réputé en pédagogie dans l'enseignement supérieur, une initiative alors unique au Québec : les ateliers crédités

de formation complémentaire au doctorat. « Obligatoires en début de formation doctorale, ces ateliers donnent aux étudiants l'occasion de s'investir et de gagner en autonomie dans leur projet de recherche », indique-t-il.

Après cinq mandats à titre de directeur des études supérieures, il réintègre le Département de génie mécanique et se consacre depuis, entre autres, à l'enseignement de plusieurs de ces ateliers. Cette activité qu'il affectionne particulièrement dépasse les frontières de Polytechnique, car l'École doctorale « Sciences du mouvement humain » conjointe entre Aix-Marseille Université, l'Université de Montpellier et l'Université de Nice l'a invité récemment à donner ce type d'atelier sous forme intensive à ses doctorants.

SAVOIR S'ÉMERVEILLER

Jean Dansereau place l'être humain au cœur de ses préoccupations. « En tant que professeur, j'ai toujours gardé à l'esprit qu'un étudiant ou une étudiante, ce n'est pas juste une tête bien faite mais une personne humaine, qu'on doit former dans son entièreté. »

Il porte sur la démarche scientifique le même regard humaniste. « C'est profondément humain d'aller chercher la réponse à un phénomène qu'on ne comprend pas. Les scientifiques ont le mérite de ramener des parcelles de connaissances sur d'où l'on vient et où l'on va. Chaque chercheur possède au fond de lui la capacité d'émerveillement devant le mystère caché de ce qui nous entoure et nous constitue, mystère qu'il tente de toucher de ses doigts et d'élucider peu à peu. » /

ANNABELLE AUGER, GÉNIE INDUSTRIEL,
CODIRECTRICE DE LA SOCIÉTÉ
TECHNIQUE PROJET ESTEBAN



EN VOITURE ! MAIS SOLAIRE ET BIPLACE

PAR CATHERINE FLORÈS

DEUX ANS APRÈS SA VICTOIRE AU FORMULA SUN GRAND PRIX 2018, LE VÉHICULE SOLAIRE ESTEBAN FAIT À NOUVEAU PARLER DE LUI AVEC UN CHANGEMENT DE MODÈLE POUR SA 10^e GÉNÉRATION DE PROTOTYPE.

UN PROTOTYPE QUI VA FAIRE JASER

Dévoilé le 20 mai dernier, *Esteban 10* est un prototype de voiture solaire à deux places de type « cruiser » – le premier produit par une société technique universitaire au Québec –, détrônant les monoplaces de type « challenger » des neuf générations précédentes. Annabelle Auger, codirectrice de la société technique Projet Esteban et étudiante au baccalauréat en génie industriel, explique les espérances de son équipe.

« La mission d'Esteban n'est pas de développer des modèles commercialisables de voitures solaires, mais de sensibiliser le public aux possibilités d'une vraie démarche du développement durable dans les solutions pour la mobilité, tout en préparant de futurs ingénieurs à développer ces solutions afin de préparer un virage technologique dans les transports », rappelle Annabelle Auger, qui s'est jointe en 2017 à l'équipe Esteban.

« Ce nouveau prototype avec carrosserie à hayon se rapproche davantage d'un véhicule standard grand public. Nous pensons donc augmenter notre impact

social en montrant au public des technologies alternatives qu'il pourrait plus facilement imaginer s'implanter sur ses propres moyens de transport. » De l'avis d'Annabelle Auger, qui démarrera à l'automne sa quatrième année de baccalauréat, l'auto solo représente un mode de transport trop polluant et obsolète.

RALLYE DE 2000 KM SUR LES ROUTES DU QUÉBEC

Équipé de plus gros panneaux solaires que les prototypes antérieurs, *Esteban 10* mesure près de 5 m de long sur 1,80 m de large et 1,2 m de haut. Sur circuit, il atteint une vitesse maximale de 115 km/h, tandis que sa vitesse moyenne de croisière affiche 50 km/h. Son autonomie varie entre 400 et 600 km en fonction de l'ensoleillement.



La réalisation de ce prototype a demandé des trésors d'ingéniosité à l'équipe de Projet Esteban, qui a repensé la conception de A à Z et a dû travailler dans des conditions rendues complexes par la pandémie. « Nous ne pouvons nous rendre en compétition cette année, mais nous visons 2022. Afin de bien nous préparer, nous prévoyons un rallye de 2 000 kilomètres sur les routes du Québec au mois d'août. Ce sera aussi l'occasion de faire découvrir *Esteban 10* à la population », précise Annabelle Auger.

Elle-même estime avoir énormément appris au sein de l'équipe de Projet Esteban, que ce soit sur le plan technique, de la recherche de financement ou de la gestion d'équipe. « En plus, cela m'a aidé à obtenir de bons stages à la Société de transport de Montréal. Je me sens encore mieux outillée pour mes projets de future ingénieure », déclare l'étudiante, qui souhaite faire carrière – vous l'aurez deviné – dans le domaine des transports en commun. /

ALICE LEMIEUX-BOURQUE, GÉNIE ÉLECTRIQUE,
COORDONNATRICE À L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
À L'UNION ÉTUDIANTE DU QUÉBEC (UEQ)



LES IDÉAUX D'UNE ENGAGÉE

PAR CATHERINE FLORÈS

« LORSQU'ON EST PRIVILÉGIÉ, ON PERÇOIT PLUS DIFFICILEMENT LES DIFFICULTÉS QUI PEUVENT FREINER CERTAINES PERSONNES SUR LEUR ROUTE VERS LES ÉTUDES. MON IMPLICATION POUR DÉFENDRE LA COMMUNAUTÉ ÉTUDIANTE DE POLYTECHNIQUE, PUIS DE L'ENSEMBLE DES UNIVERSITÉS DU QUÉBEC, A AIGUISÉ MA CONSCIENCE DE CES FREINS », DÉCLARE ALICE LEMIEUX-BOURQUE, COORDONNATRICE À L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR À L'UNION ÉTUDIANTE DU QUÉBEC (UEQ). TOUT RÉCEMMENT DIPLÔMÉE D'UN BACCALAURÉAT EN GÉNIE ÉLECTRIQUE, CELLE-CI SE CONSACRE À PLEIN TEMPS, POUR AU MOINS UNE ANNÉE, À SOUTENIR ET FAVORISER L'ACCESSIBILITÉ AUX ÉTUDES UNIVERSITAIRES.

APPRENTISSAGE DE L'ACTION

Fille d'enseignants au cégep, Alice Lemieux-Bourque évolue depuis toujours dans un milieu qui valorise l'éducation. « J'ai toujours aimé l'école, j'aime apprendre », dit-elle. Après avoir goûté à l'implication au sein de sociétés techniques, c'est durant sa troisième année de baccalauréat qu'elle plonge dans le bain de la représentation étudiante, motivée par l'envie d'agir pour la qualité de la vie étudiante et de son programme, en devenant trésorière du comité étudiant de génie électrique. En quatrième année, elle endosse le rôle de coordonnatrice aux affaires académiques à l'Association étudiante de Polytechnique (AEP).

« J'ai travaillé sur plusieurs orientations de l'AEP, visant à faire entendre la voix de la communauté étudiante de Polytechnique en ce qui concerne des problématiques en matière de formation et les activités pédagogiques, ainsi qu'à veiller à la qualité de la formation et au cheminement des étudiants dans leurs programmes. J'ai aussi représenté l'AEP au conseil académique. Ces actions m'ont permis de mieux comprendre les rouages de Polytechnique, les droits et devoirs des étudiants et des étudiantes et les leviers de la participation de la communauté étudiante à la gouvernance de l'établissement, témoigne la jeune diplômée. L'année universitaire 2020-2021 a été difficile pour l'ensemble des étudiants. Je suis fière d'avoir contribué à les soutenir dans leur cheminement universitaire et dans leur vie étudiante pendant cette période. »

CONTINUER L'ACTION AU NIVEAU NATIONAL

Son rôle l'amène à représenter l'AEP à l'externe, notamment auprès de l'Union étudiante du Québec (UEQ). Dans ce milieu très engagé fort de 91 000 membres environ, elle découvre la force de l'action commune et un bouillonnement d'idées qui la séduisent.

« Ma génération est de plus en plus sensibilisée aux enjeux de l'équité, de l'inclusion et de la diversité. Ces enjeux

influencent beaucoup le travail mené par les membres de l'UEQ pour améliorer le milieu universitaire. Cela rejoint entièrement mes valeurs, moi qui me préoccupe grandement de l'accessibilité des études universitaires au plus grand nombre et à tous les profils d'étudiantes ou d'étudiants », explique-t-elle.

Depuis peu, elle a fait le saut à l'UEQ pour réaliser un mandat d'un an de coordonnatrice à l'enseignement supérieur. Son rôle implique de monter des dossiers (par exemple en lien avec le programme d'Aide financière aux études ou encore le financement des universités), ainsi que d'outiller les associations membres de l'UEQ pour les aider à implanter des pratiques dans leurs universités. « Ce mandat au sein d'un milieu inclusif et diversifié me permet d'acquérir une vue d'ensemble et de nouvelles perspectives sur les enjeux. Je crois, par ailleurs, que je m'y distingue en approchant ces enjeux à la façon d'une ingénieure », estime Alice Lemieux-Bourque.

Celle-ci, qui envisage d'entamer des études aux cycles supérieurs, se projette dans une carrière lui permettant de combiner ses connaissances et son savoir-faire en ingénierie et en action sociale. « Une autre option : me diriger vers l'enseignement. » /



FONDATION ET ALUMNI
DE POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL

POUR FAIRE UN DON :
soutien.polymtl.ca

**CRÉATEURS
DE DEMAIN :
DE JEUNES TALENTS
RECONNAISSANTS
ENVERS
POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL DEVENUS
AMBASSADEURS DE
NOTRE CAMPAGNE
ANNUELLE**



Dans le cadre de la campagne annuelle des CRÉATEURS DE DEMAIN, vous avez eu l'occasion de découvrir les parcours de Jonathan Landry-Leclerc, Po 2020, et de Danika Couture-Peck, Po 2018. Aujourd'hui, nous vous présentons deux nouveaux ambassadeurs de notre campagne, tout aussi brillants et qui se sentent très reconnaissants envers Polytechnique Montréal pour l'enseignement qu'ils ont reçu. Ils ont toutes les qualités nécessaires et, à leur échelle, ont déjà commencé à créer le monde de demain sur le campus de Polytechnique Montréal.



AVEC VOTRE AIDE, PHILIPPE CRÉE UN MONDE PLUS RESPONSABLE

Philippe Bourbeau-Allard est diplômé en génie physique, Po 2020, et poursuit actuellement une maîtrise professionnelle modulaire en génie informatique à Polytechnique Montréal. Il a reçu

la prestigieuse bourse d'excellence Profil de Vinci en 2020 et sa vie étudiante est riche d'expériences avec des activités au sein des sociétés techniques Oronos et Poly-Monde (dont il est le président depuis 2020), le comité Poly-Out et l'Association étudiante de Polytechnique.

« Mes activités étudiantes, si riches d'apprentissages, ont servi de tremplin à ma carrière : entre 2016 et 2019, j'ai travaillé au Centre de recherche en calcul thermo-chimique de Polytechnique Montréal, à Olympus NDT, puis à Hydro-Québec.

Les dons offerts pour favoriser la vie étudiante à Polytechnique Montréal nous invitent à réinventer le monde avec des initiatives qui ont du sens, plus inclusives et responsables. Comme le montre le comité Poly-Out, qui est axé sur l'acceptation et le réseautage. »

VOTRE SOUTIEN DONNE À CHAYMAE LES MOYENS DE DÉVELOPPER DES PROJETS NOVATEURS

Chaymae Chraibi est étudiante en génie industriel à Polytechnique Montréal. Sur le campus, elle est avant tout connue en tant que fondatrice et directrice de la société technique PolySTAR qui réunit plus de 100 étudiants. Passionnée et dotée d'un leadership étonnant à son âge, elle a mis en place un atelier d'initiation à la robotique qui a, à ce jour, atteint plus de 800 jeunes.

« Grâce à vos dons, j'ai eu l'élan nécessaire pour créer mon projet et avoir un impact auprès de plusieurs centaines d'étudiants. C'est avec votre aide que ma société technique, PolySTAR, a vu le jour et qu'elle aide maintenant les étudiants à repousser leurs limites et à s'épanouir dans une discipline complexe. »

L'effervescence de la vie étudiante et l'environnement d'études exceptionnel que propose Polytechnique Montréal offrent aux étudiants un terrain de jeu et d'expérimentation unique. Tout ce que nous osons créer dans le cadre de nos études nous donne confiance en nos capacités et en notre talent pour changer le monde. »

Nous pouvons être fiers d'avoir de si beaux parcours au sein de notre relève. Jonathan, Danika, Philippe et Chaymae font preuve d'une incroyable détermination et d'un indéniable talent leur permettant de prendre part à une vie étudiante foisonnante avec de grands projets, tout en gardant le cap sur des études exigeantes en génie à Polytechnique Montréal. Aujourd'hui

et au nom de tous les jeunes diplômés et étudiants de Polytechnique Montréal, ils sont reconnaissants pour le soutien que vous leur apportez. Grâce à vos dons, leurs rêves, leurs valeurs et leurs idées se concrétisent.

Continuons de soutenir notre relève en génie pour qu'elle puisse développer sa créativité. Continuons d'offrir à nos étudiants toutes les chances pour réussir et exceller afin qu'ils deviennent un jour les CRÉATEURS DE DEMAIN. /

Pour soutenir de manière durable nos étudiants, rendez-vous sur notre page de don en ligne : soutien.polymtl.ca

Retrouvez les parcours des ambassadeurs de notre campagne CRÉATEURS DE DEMAIN sur notre site Web :

fondation-alumni.polymtl.ca





DEUX DIPLÔMÉS D'EXCEPTION AU CŒUR TATOUÉ POLY



Afin de rendre hommage aux donateurs, bénévoles et diplômés qui apportent un soutien inestimable à la relève en génie, la Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal a lancé la campagne **Tatoué Poly**. Une campagne unique qui a pour but premier de remercier celles et ceux qui œuvrent au développement et au rayonnement de la communauté polytechnicienne.

M. ROBERT PANET-RAYMOND, PO 65 : 50 ANS DE FIDÉLITÉ ET D'ENGAGEMENT REMARQUABLES

M. Panet-Raymond est à la fois diplômé et professeur associé de Polytechnique Montréal, donateur et bénévole pour la Fondation et Alumni. À nos côtés en tant que bénévole depuis 1993, il a fait preuve d'une extraordinaire générosité et d'un engagement exemplaire envers son *alma mater* !

M. Robert Panet-Raymond a fait un premier don à l'Association des diplômés de Polytechnique en 1971. Quarante-neuf ans plus tard, en 2020, ce grand philanthrope a dépassé le cap du million de dollars offert à la Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal ! Ajoutons à cela le don de son temps et de ses multiples talents et compétences, régulièrement mis au service de notre communauté d'étudiants et de diplômés. Son engagement à titre de bénévole l'a amené à présider une campagne de financement de la Fondation de Polytechnique dans les années 90 et à occuper les postes de vice-président du conseil d'administration et président du conseil d'administration de la Fondation de Polytechnique entre 2004 et 2010. Aujourd'hui, il siège à différents comités de la Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal et anime

chaque année le fameux Dîner annuel des amis de Polytechnique, ainsi que le Gala Prix Mérite, y apportant toujours son enthousiasme et sa bonne humeur.

Pour sa contribution exceptionnelle dans le domaine du génie, il reçoit en 2011 le prestigieux Prix Mérite de l'Association des diplômés de Polytechnique.

Si Polytechnique Montréal est aujourd'hui un acteur incontournable dans le secteur de l'ingénierie et de l'innovation, c'est grâce au soutien d'un réseau puissant de donateurs, parmi lesquels nous sommes très heureux de compter un homme aussi accompli et engagé que M. Robert Panet-Raymond. Nous tenons à célébrer les 50 ans d'une fidélité et d'un engagement exceptionnels qui ont contribué à bâtir une relève en génie pleine de talents.

**M^{ME} KATHY BAIG, PO 2004,
UNE INSPIRATION POUR
LES ÉTUDIANTES EN GÉNIE**

La parité homme/femme dans le milieu de l'ingénierie est un enjeu important qui tient à cœur à M^{me} Kathy Baig, Po 2004. Pour elle, le génie ouvre une multitude de voies professionnelles et de nombreux défis stimulants qui doivent être accessibles aux femmes. À la tête de l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ) – qui s'est engagé dans l'initiative 30 en 30, qui a pour objectif de faire passer le pourcentage de nouvelles ingénieures titulaires à 30 % d'ici 2030 –, elle fait preuve de pédagogie et, sous son leadership, son équipe met en place de nombreuses initiatives concrètes pour promouvoir le génie auprès des femmes et des jeunes filles. Elle invite également les femmes ingénieures à prendre part au mouvement et à parler de leur propre expérience, afin de démystifier le rôle des femmes dans le secteur.

Attachée à son *alma mater*, elle garde des liens solides avec Polytechnique Montréal en participant aux événements de sa Fondation et Alumni, comme les traditionnelles Retrouvailles ou encore le Dîner annuel des amis de Polytechnique. Consciente de l'importance majeure d'accompagner et de former la relève, elle participe aux Cérémonies annuelles de remise de bourses depuis 2017. C'est toujours avec enthousiasme que M^{me} Baig se joint à la cérémonie pour remettre la Bourse d'excellence du Fonds commémoratif de l'Ordre des ingénieurs du Québec à un étudiant de premier cycle

de Polytechnique Montréal et, chaque fois, elle attache une importance toute particulière à rencontrer le lauréat ou la lauréate, afin de lui offrir ses félicitations et de l'encourager à poursuivre ses efforts.

Nous remercions chaleureusement M^{me} Baig de porter le message de la parité au sein de la profession. Son parcours est une source d'inspiration pour toutes les étudiantes de Polytechnique Montréal. Elles ont leur place et aussi de nombreuses qualités à faire valoir dans le domaine du génie. /

Découvrez nos précédents articles sur nos ambassadeurs **Tatoués Poly** sur notre site Web :

fondation-alumni.polymtl.ca

Si, vous aussi, vous sentez que vous avez Poly tatoué sur le cœur et que vous souhaitez nous raconter une belle histoire que vous vivez ou avez vécue avec Polytechnique Montréal, contactez-nous par courriel à :

fondation-alumni@polymtl.ca





TROIS DIPLÔMÉS HONORÉS LORS DU 41^E GALA PRIX MÉRITE



De gauche à droite : M. David Saint-Jacques, Po 93, M. Luc Dionne, Po 90

La Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal a décerné trois prestigieux prix lors du tant attendu 41^e Gala Prix Mérite, qui s'est tenu virtuellement le 22 avril dernier et qui vise chaque année à célébrer le génie polytechnicien. L'événement, dont la présidence d'honneur était assumée par Gestion FÉRIQUE, a accueilli plus de 250 participants sur une plateforme en ligne.

M. David Saint-Jacques, diplômé en génie physique (Po 93), astrophysicien et médecin de famille, a reçu le Prix Mérite. Cette distinction vise à souligner sa carrière exceptionnelle, sa contribution au rayonnement de la science et de la technologie, ainsi que son esprit d'appartenance et son engagement envers la communauté de Polytechnique Montréal. « On ne pouvait trouver de meilleur candidat que David Saint-Jacques pour le Prix Mérite

et je suis très heureux d'avoir été impliqué dans ce choix », a souligné M. André Bazergui, Po 63, président du bureau des Gouverneurs.

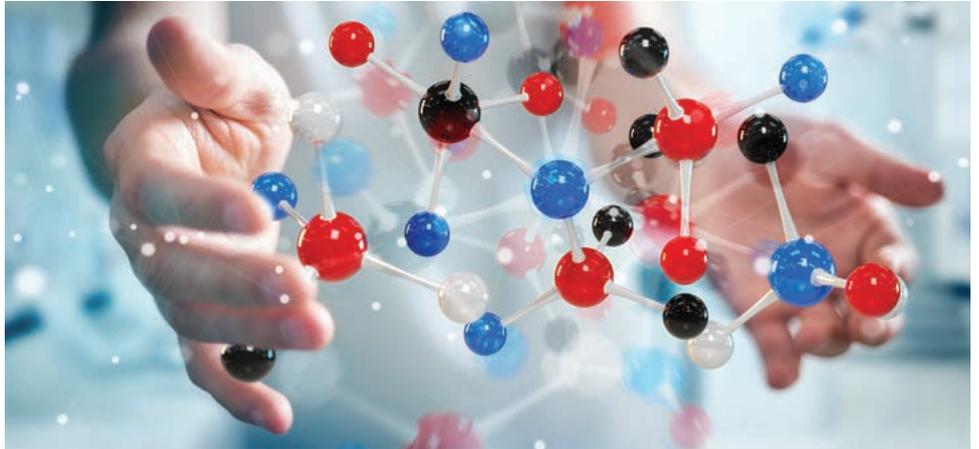
M. Luc Dionne, diplômé en génie mécanique (Po 90) et président-directeur général de TEKNA, a reçu le Prix Innovation technologique. Une distinction qui souligne son leadership novateur ayant contribué à la croissance fulgurante de TEKNA.

M. Pierre To, jeune diplômé 2019 en génie logiciel, concentration multimédia, a reçu le Prix de la Relève. Ce prix met en lumière le talent et la personnalité exceptionnels de ce jeune diplômé qui est présentement ingénieur logiciel chez Google, où il contribue au développement de l'application Google Photos. « Nous remercions très chaleureusement tous les invités de la soirée, les lauréats,

nos fidèles partenaires et également les donateurs et amis de Polytechnique Montréal, ainsi que nos bénévoles, dont l'engagement et le travail exemplaires contribuent à bâtir la relève en génie de demain. Grâce à une communauté polytechnicienne toujours soucieuse de développer et de prôner l'excellence du génie québécois, la 41^e édition du Gala Prix Mérite a permis de récompenser trois lauréats d'exception », a souligné M^{me} Isabelle Péan, présidente-directrice générale de la Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal.

Cette soirée a été l'occasion de renforcer le sentiment d'appartenance des membres de la communauté polytechnicienne et de célébrer l'apport exceptionnel de nos diplômés au développement de notre société. /

**DEUX NOUVEAUX
CO-TITULAIRES POUR
LA CHAIRE EN GÉNIE
DES MATÉRIAUX
DE LA FONDATION
FAMILIALE
JACQUES L'ÉCUYER**



En décembre 2018, la Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal était fière de vous annoncer la création d'une chaire philanthropique en génie des matériaux à Polytechnique Montréal, grâce à un don exceptionnel de 1 875 000 dollars de la **Fondation Famille Jacques L'Écuyer**. Aujourd'hui, nous sommes heureux de vous faire part de l'avancement de cette chaire et de ses nombreux projets des plus prometteurs.

**UNE CHAIRE DE RECHERCHE
AXÉE SUR LE DÉVELOPPEMENT
DE L'EXPERTISE EN MATÉRIAUX**

Pour rappel, cette chaire philanthropique en génie des matériaux a pour but de développer **deux axes** qui s'inscrivent directement dans une vision de développement durable :

- 1. Les matériaux pour la fabrication additive**, visant principalement l'optimisation de la microstructure de pièces de courte série;
- 2. Le recyclage des matériaux**, notamment des déchets miniers et industriels.

Le domaine du génie des matériaux est particulièrement pertinent et porteur pour le Québec, le Canada et même le reste du monde. Les recherches menées dans le cadre de cette Chaire contri-

buent à l'émergence de nouveaux procédés innovants et renforcent l'attractivité de Polytechnique Montréal dans le domaine des matériaux. Les retombées seront importantes pour la communauté polytechnicienne, mais plus encore, pour toute la société avec sur le long terme des solutions durables.

« Les matériaux sont au cœur de tout développement technologique et scientifique. Je suis très heureux de contribuer au développement de cette expertise à Polytechnique Montréal et d'apporter mon soutien aux travaux de recherche qui visent la réduction de l'empreinte environnementale des procédés en lien avec le recyclage. Cet enjeu est crucial pour un développement durable de notre société. »

Jacques L'Écuyer, Po 83,
Fondation Famille Jacques L'Écuyer

Les travaux réalisés dans le cadre du premier axe, sur la fabrication additive, ont été amorcés par le professeur Gilles L'Espérance, du Département de mathématiques et génie industriel. Quant aux travaux du second axe, sur le recyclage des matériaux, ils ont été pilotés par le professeur Patrice Chartrand du Département de génie chimique.

Ces deux experts ont tracé la voie pour ensuite recruter deux nouveaux titulaires. Leurs travaux ont permis un effet levier en attirant différentes entreprises qui se sont jointes au projet par le biais de plusieurs contrats de recherche. Les entreprises en question, Rio Tinto, Hydro-Québec et GlennCore, apportent à la fois une visibilité et un soutien très précieux pour ces travaux d'une grande ampleur.

« La création de cette chaire philanthropique en génie des matériaux, en plus de contribuer à l'émergence d'innovations dans cette industrie au Québec, nous permet de former les meilleurs talents à Polytechnique Montréal. Nous remercions monsieur L'Écuyer qui a été un véritable catalyseur nous permettant d'offrir l'occasion à de talentueux chercheurs de développer de nouvelles avenues, d'avoir un effet levier incroyable pour l'obtention de nouveaux fonds et des collaborations industrielles, de même que de recruter de nouveaux talents à l'échelle canadienne. Nous saluons la vision de monsieur L'Écuyer et remercions toutes les équipes de recherche engagées dans cette Chaire. »

Isabelle Péan, M.Sc.,
présidente-directrice générale
Fondation et Alumni de
Polytechnique Montréal



LES PROFESSEURS ÉTIENNE MARTIN ET JEAN-PHILIPPE HARVEY, PO 2004 : DEUX EXPERTS QUI REJOignent LA CHAIRE À TITRE DE CO-TITULAIRES

Avec l'arrivée de deux experts, ce sont de nouveaux horizons qui s'ouvrent pour cette Chaire philanthropique. Le recrutement du professeur Étienne Martin en juin 2020 et l'arrivée du professeur Jean-Philippe Harvey en juin 2021, vont permettre de toutes nouvelles collaborations et aussi, attirer de talentueux étudiants. L'effet est doublement positif puisque ces étudiants vont à la fois amener leur créativité sur le projet, en plus d'acquérir une belle expérience aux côtés des co-titulaires qui ont beaucoup à leur transmettre. Les professeurs Jean-Philippe Harvey et Étienne Martin ont commencé depuis peu leurs travaux et nos étudiants ont déjà pris part aux activités de recherche.

Pour ces deux co-titulaires, l'enthousiasme est grand, les idées fourmillent et leur plan de développement prend forme !

Le professeur Jean-Philippe Harvey, Po 2004, est professeur adjoint au Département de génie chimique de Polytechnique Montréal depuis 2016. Il détient une maîtrise en génie métallurgique et un doctorat en génie métallurgique. Son domaine d'expertise est la science et la technologie des matériaux.

Les travaux de thèse de doctorat du professeur Harvey, intitulée « Développement de techniques numériques pour l'estimation, la modélisation et la prédiction de propriétés thermodynamiques et struc-

turales de systèmes métalliques à fort ordonnancement chimique », lui ont permis d'obtenir une bourse postdoctorale prestigieuse au département de géologie et des sciences planétaires de l'université CALTECH en 2013. Le professeur Harvey est membre du Centre de recherche en calcul thermo-chimique (CRCT) de Polytechnique Montréal. Il a participé à la rédaction de plus d'une vingtaine de publications scientifiques, les dernières en date ayant été publiées dans des journaux internationaux reconnus tels *Acta Materialia*, *Materials & Design*, *Physical Chemistry Chemical Physics* et *Solar Energy Materials and Solar Cells*. Aujourd'hui, ses intérêts de recherche vont de la thermodynamique multi-échelle appliquée à la science des matériaux, en passant par la simulation et l'optimisation de procédés métallurgiques haute température, les simulations atomistiques des solutions liquides, solides et amorphes, jusqu'à l'analyse numérique appliquée à la science des matériaux.

Le professeur Étienne Martin est, quant à lui, diplômé de l'École de technologie supérieure (ÉTS) et de l'Université McGill. Il est professeur agrégé au Département de génie mécanique et professeur adjoint au Département de génie mécanique et mécatronique de l'Université de Waterloo. Entre 2012 et 2018, il a travaillé en tant que scientifique des matériaux pour GE Global Research, la division de recherche et développement de General Electric. Il a pris part à la rédaction de près de 30 publications dans des revues scientifiques, dont *Materials Today Communications*, *International Journal of Plasticity*, *International Journal of Mechanical Sciences*, pour n'en citer que quelques-unes. Il a

également participé à plusieurs conférences entre 1992 et 2017. Ses intérêts de recherche se concentrent autour de la fabrication additive, la métallurgie des poudres et la métallurgie physique, la caractérisation et les essais des matériaux, le traitement des matériaux et la conception d'alliages.

LES PROCHAINES ÉTAPES ET OBJECTIFS DES CO-TITULAIRES

Les principaux travaux du professeur Harvey porteront sur la thermo-chimie numérique, qui permettra de simuler plusieurs procédés afin de recycler différents types de déchets métalliques. L'attention sera portée sur l'optimisation et les impacts environnementaux des procédés existants et à l'exploration de nouvelles stratégies de recyclage par voie pyrométallurgique et électrochimique. D'autres travaux traiteront du recyclage des verres communs et technologiques ainsi que de la valorisation de l'énergie résiduelle des procédés.

Les professeurs Harvey et Martin ont planifié des rencontres scientifiques afin de mettre en place de multiples activités favorisant la synergie entre les étudiants. Ces rencontres permettront également de suivre de près l'avancement des travaux de la Chaire. /

La Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal tient à remercier à nouveau très chaleureusement la Fondation Famille Jacques L'Écuyer ainsi que M. Jacques L'Écuyer, Po 83, pour leur don exceptionnel.

**DES BÂTISSEURS
ENGAGÉS ENVERS
LEUR ALMA MATER**



Cercle des BÂTISSEURS

Le Cercle des Bâtisseurs regroupe une communauté de donateurs et d'amis de Polytechnique Montréal qui jouent un rôle significatif dans le développement de notre établissement. Ils s'engagent sur plusieurs années à soutenir activement notre relève en génie et la Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal tient à souligner leur précieux appui.

UN ENGAGEMENT FIDÈLE

Plusieurs de nos bâtisseurs sont des donateurs de longue date avec parfois plus de 30 années de contribution à leur actif. Parmi eux, trois fidèles diplômés ont intégré il y a près de 20 ans l'un de nos cercles exclusifs.

Claude F. Lefebvre, Po 55 –

Membre du Cercle des Bâtisseurs

Diplômé en génie civil, M. Claude F. Lefebvre a travaillé pendant trois ans dans divers bureaux à titre d'ingénieur et d'arpenteur-géomètre avant de cofonder, en 1958, Gendron Lefebvre. Au cours de ses années d'expérience, il a travaillé sur de nombreux projets d'envergure, dont le pont Papineau-Leblanc, et sur de nombreux projets d'infrastructure et de routes dans plusieurs pays d'Afrique et principalement à Madagascar.

Denis G. Hébert, Po 71 –

Membre du Cercle des Bâtisseurs

Après l'obtention de son diplôme en génie civil, M. Denis G. Hébert a intégré l'entreprise familiale fondée en 1966 par son père. Acteur majeur dans le secteur du génie civil, le Groupe L.A. Hébert inc. a connu depuis sa création de nombreuses transformations amorcées notamment par l'arrivée de M. Hébert, qui occupe aujourd'hui la fonction de président de l'entreprise.

Claude Lesage, Po 64 – Membre du Cercle des grands Bâtisseurs

Après sa formation en génie civil, M. Claude Lesage a commencé sa carrière comme arpenteur chez Lalonde Girouard Letendre et Associés. Pendant ses années sur les chantiers, il a eu l'opportunité de travailler sur de grands projets tels que les échangeurs de Ville d'Anjou, Décarie et de Côte-Saint-Luc, ainsi que la station de métro Atwater. Depuis 1967, il dirige l'entreprise familiale Giant qui se spécialise dans la fabrication de chauffe-eau.

DONNER, UN APPRENTISSAGE

En apportant leur soutien à Polytechnique Montréal, nos bâtisseurs souhaitent redonner à leur *alma mater* qui leur a permis de pratiquer une profession inspirante.

Donner demeure toutefois un apprentissage. C'est d'ailleurs la mère de M. Claude F. Lefebvre qui lui a transmis la valeur d'entraide en disant que « lorsqu'on nous demande de servir, on sert ». M. Lefebvre a d'ailleurs travaillé très fort toute sa vie pour atteindre ses objectifs et il s'est également engagé activement pendant de nombreuses années auprès d'organismes culturels et sportifs.

M. Claude Lesage souhaite, quant à lui, transmettre à ses enfants et petits-enfants la notion de partage et il leur laissera ainsi le soin de poursuivre ses vœux philanthropiques par un don planifié qui permettra de pérenniser son soutien envers son *alma mater*.

La Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal tient à remercier sincèrement ses diplômés et donateurs d'exception qui contribuent activement au développement de Polytechnique Montréal, ainsi qu'à son rayonnement au Québec et à l'international. /

Pour plus d'informations sur le Cercle des Bâtisseurs, communiquez avec la Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal : 514-340-5959
fondation-alumni@polymtl.ca

POUR FAIRE UN DON :
soutien.polymtl.ca

PLEINS FEUX SUR LA PROGRAMMATION AUTOMNALE 2021 !

La Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal vous réserve une programmation 2021-2022 unique qui mettra à l'honneur tout le génie et tout le sens de l'innovation de la communauté polytechnicienne !

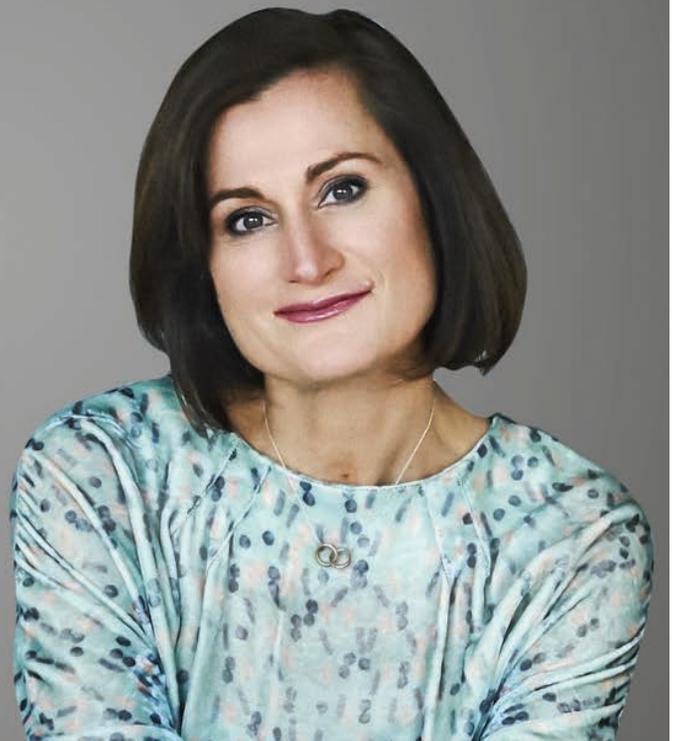
NATHALIE PALLADITCHEFF
PRÉSIDENTE ET CHEFFE DE LA DIRECTION
IVANHOÉ CAMBRIDGE

MARDI 21 SEPTEMBRE 2021
DE 8 H 30 À 9H30

Les Matins



Alumni de Poly



Découvrez les conférenciers de prestige invités à notre tribune en consultant la programmation complète sur notre site Web : fondation-alumni.polymtl.ca

**LA FONDATION ET ALUMNI DE
POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
TIENT À REMERCIER SES
FIDÈLES PARTENAIRES
DE LA PROGRAMMATION
ÉVÉNEMENTIELLE :**

LES GRANDS PARTENAIRES :

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
BANQUE NATIONALE
GESTION FÉRIQUE
TD ASSURANCE MELOCHE MONNEX

**LES PARTENAIRES DES
MATINS ALUMNI DE POLY :**

BELL
FORMATION CONTINUE DE
POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
LE JOURNAL *LES AFFAIRES*
RCGT

NOUS SOMMES

FIERS

DE NOS DIPLÔMÉES ET DIPLÔMÉS!



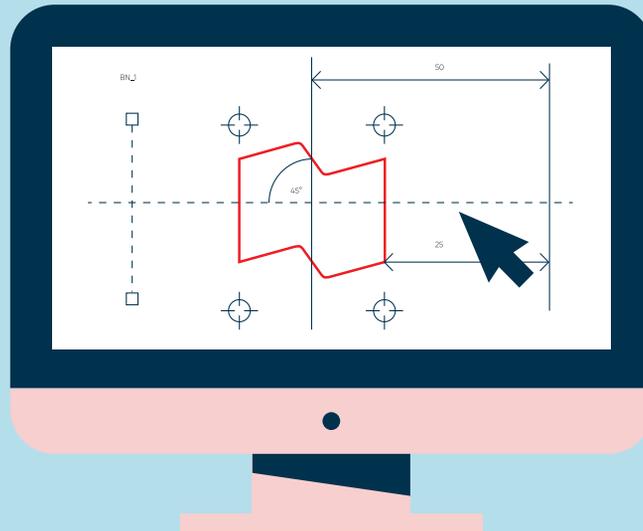
Les 144^e et 145^e promotions se sont distinguées par leurs efforts assidus, leur engagement sans faille et leur détermination à réussir en dépit des défis posés par le contexte pandémique. *Chapeau!*

Polytechnique Montréal et sa Fondation et Alumni seront toujours là pour faire rayonner nos diplômées et diplômés. Gardons le contact!

polymtl.ca

POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL





Notre offre pour les diplômés en génie devient encore plus avantageuse

Découvrez vos nouveaux avantages
et privilèges à bnc.ca/ingenieur

Sous réserve d'approbation de crédit de la Banque Nationale. L'offre constitue un avantage conféré aux détenteurs d'une carte de crédit Mastercard^{MD} Platine, World Mastercard^{MD}, World Elite^{MD} de la Banque Nationale. Certaines restrictions s'appliquent. Pour plus de détails, visitez bnc.ca/ingenieur. MD MASTERCARD, WORLD MASTERCARD et WORLD ELITE sont des marques de commerce déposées de Mastercard International inc. La Banque Nationale du Canada est un usager autorisé.

MD BANQUE NATIONALE et le logo de la BANQUE NATIONALE sont des marques de commerce déposées de Banque Nationale du Canada. © 2020 Banque Nationale du Canada. Tous droits réservés. Toute reproduction totale ou partielle est strictement interdite sans l'autorisation préalable écrite de la Banque Nationale du Canada.