

DIMENSIONS

2022

Les Ambassadrices et
Ambassadeurs ÉTS 2022

Dossier
Technologies de la santé

Perspectives
Programme Leadership et
responsabilité citoyenne



**DIMENSIONS est une publication
de l'École de technologie supérieure**

ÉDITION

Service des communications et
du recrutement étudiant

COMITÉ ÉDITORIAL

Suzanne Bélanger
Geneviève Brouillette
Cindy Deslippes-Gauthier
Ghyslain Gagnon
Manon Lamoureux
Anick Légaré
Cédrick Pautel
Brigitte Stock
Brigitte Watier

COORDINATION DU CONTENU

Manon Lamoureux

RÉDACTION

Olivier Audet
Catherine Couturier
Thérèse Drapeau
Martin LaSalle
Renée Senneville
37^e AVENUE

CONCEPTION GRAPHIQUE

Gauthier Design

DIRECTION ARTISTIQUE

Anick Légaré

PHOTOS

Michael Abril
Audrey Boivin
Maggie Boucher
Stéphane Brügger
Lino Cipresso
Marc Cramer
Elizabeth Delage
André Rider
ÉTS

Merci au club étudiant Omer

POSTE PUBLICATIONS CANADIENNES

Numéro de convention : 40064135

Cette publication a été imprimée au Québec sur le papier Domtar Lynx et Husky. L'École de technologie supérieure en compensera l'utilisation via le partenariat de l'imprimerie Numérix avec PrintReleaf™. Ce système de certification mondial et plateforme logicielle dédiée à l'automatisation du reboisement permet aux clients des imprimeries partenaires de compenser leur consommation de papier et de contribuer à des projets de reboisement. Dans le cas de l'impression de ce numéro de *Dimensions*, la compensation équivaut à 125 arbres.

École de technologie supérieure
1100, rue Notre-Dame Ouest
Montréal (Québec) H3C 1K3
Tél. : 514 396-8990

Dimensions@etsmtl.ca
www.etsmtl.ca

**ÉCOLE DE
TECHNOLOGIE
SUPÉRIEURE**
Université du Québec





Le mot du directeur général

Qu'il s'agisse d'enseignement, de recherche ou d'entrepreneuriat, l'intensité des activités de l'ÉTS continue de croître. À travers les différents articles de ce deuxième numéro de *Dimensions*, vous retrouverez l'essence même de ce qu'est l'ÉTS : un lieu où l'on allie l'acquisition de connaissances à la création et à l'innovation technologiques, un lieu où l'on s'ingénie autant à apprendre qu'à mettre l'expertise acquise au service de la société.

Le dossier mettant de l'avant la recherche en technologies de la santé, ainsi que les portraits d'étudiantes et d'étudiants également actifs dans ce domaine, sont éloquentes en ce sens. Tirant notamment profit des fabuleuses avancées que permet l'intelligence artificielle, de plus en plus de membres de notre communauté se consacrent à la conception de solutions inédites destinées au monde médical. L'ÉTS continue d'élargir son champ d'expertise dans le domaine de la santé en vue d'apporter des solutions novatrices aux enjeux sociétaux actuels et futurs.

L'ÉTS a toujours pris soin d'offrir à sa communauté étudiante non seulement une formation répondant aux besoins des organisations, mais aussi des possibilités de développer des qualités dépassant le cursus universitaire. Dans cette optique, nous avons mis sur pied, au cours des deux dernières années, le Bureau de soutien au développement technologique des clubs, qui a notamment comme mission d'aiguiser le leadership des étudiantes et étudiants; et le programme Leadership et responsabilité citoyenne, qui offre la possibilité de s'ouvrir aux enjeux de société. Deux initiatives importantes dont il est question dans les pages qui suivent.

Vous découvrirez également qui sont les six Ambassadrices et Ambassadeurs ÉTS nommés cette année, et comment ils incarnent ces qualités combinant expertise et ouverture à l'autre. De plus, je vous invite à en apprendre davantage sur le parcours et la personnalité de ces diplômées et diplômés exceptionnels en consultant le site de l'ÉTS. Chacun et chacune dans sa sphère est un modèle d'engagement, de leadership ou de persévérance, et j'aime penser que l'ÉTS a joué un rôle dans ces réussites! Je les félicite toutes et tous pour leur nomination et les remercie de leur engagement tant envers la profession qu'envers l'ÉTS.

Dans une société en évolution et en mouvement constants, L'ÉTS doit continuer d'être une source d'inspiration et de solutions, où nous formons des personnes audacieuses qui osent faire les choses différemment. Bonne lecture!

Le directeur général,

François Gagnon, ing., Ph. D.

04

**LES AMBASSADRICES ET
AMBASSADEURS ÉTS 2022**

Richard Arsenault, Marie-Philippe Gill,
Karine Leblanc, Luc Leblanc,
Guy Martial Ngowa Nzali, Sébastien Tremblay

08

PERSPECTIVES

Programme Leadership
et responsabilité citoyenne

10

PERSPECTIVES

DORA : une façon de mieux évaluer
la recherche

14

PERSPECTIVES

La formation : la clé pour une transformation
numérique réussie

16

DOSSIER – TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ

Genougraphie
Nicola Hagemester

22

DOSSIER – TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ

Aider les médecins à prendre
les meilleures décisions
Rita Noumeir

26

DOSSIER – TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ

Prévenir les effets du bruit
Olivier Doutres et Thomas Padois

30

DOSSIER – TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ

Au-delà de la recherche,
la communication scientifique
Atma Adoungotchodo

34

PERSPECTIVES

Faire vivre le campus de l'ÉTS par les arts et la culture

38

PORTRAIT

Guy Martial Ngowa Nzali : ambassadeur de la différence

42

PORTRAIT

Ivanka Iordanova : le BIM au cœur de la transformation numérique de la construction

48

NÉE AU CENTECH

Statera Medical : une prothèse d'épaule connectée prête à révolutionner le marché

51

NÉE AU CENTECH

Ditch Labs : écraser, pour de bon

56

INNOVATIONS DES CLUBS ÉTUDIANTS

Omer remporte le pari de l'innovation en Angleterre

58

INNOVATIONS DES CLUBS ÉTUDIANTS

Création du Bureau de soutien au développement des clubs étudiants scientifiques

LES AMBASSADRICES ET AMBASSADEURS ÉTS 2022

L'ÉTS est heureuse de vous présenter les Ambassadrices et Ambassadeurs ÉTS 2022. Six personnes diplômées de l'ÉTS dont les réalisations et l'engagement personnel et professionnel sont de véritables sources d'inspiration.

Ces Ambassadrices et Ambassadeurs ÉTS ont été sélectionnés parmi tous les dossiers soumis à la suite d'un appel à candidatures mené de février à avril 2022. Leur personnalité, leurs convictions, leur façon unique d'envisager la vie et la profession vous révéleront ce qui les rend exceptionnels. Nous vous invitons à vous rendre sur le site de l'ÉTS à etsmtl.ca/diplomes/ambassadeurs pour lire la version intégrale de leurs portraits.

Ces six personnes ont été nommées par un comité de sélection composé de huit membres : le secrétaire général de l'École, la directrice du Service aux diplômés et à la philanthropie, un membre du corps professoral, deux représentants du Réseau ÉTS, ainsi que trois lauréats d'un prix Ambassadeur ÉTS antérieur.

Félicitations aux Ambassadeurs et Ambassadrices ÉTS 2022!



Richard Arsenault

« J'ai l'ÉTS tatouée sur le cœur. L'École représente presque la moitié de ma vie ! » C'est avec ces mots que Richard Arsenault, professeur au Département de génie de la construction, décrit la fierté qu'il ressent d'être nommé Ambassadeur ÉTS.

C'est en 2006 qu'il met pour la première fois les pieds à l'ÉTS, comme étudiant en génie de la construction. L'hydrologie devient vite une passion; il décide de poursuivre ses études dans le domaine, à la maîtrise et au doctorat.

Richard Arsenault travaille sur divers projets de recherche impliquant la gestion des ressources hydriques. « Nous travaillons sur un outil de modélisation des ressources hydriques à l'échelle mondiale. C'est un projet colossal, qui prendra du temps. »

Comment voit-il son rôle d'ambassadeur ? « J'étais déjà ambassadeur, à vrai dire, car je suis fier de l'ÉTS et j'en parle déjà beaucoup, partout où je vais. Je vois cet honneur comme une continuité. »



Marie-Philippe Gill

Titulaire d'un baccalauréat en génie logiciel (2019) et d'une maîtrise en génie des technologies de l'information (2021), Marie-Philippe Gill est développeuse de recherche chez Croesus, une entreprise qui offre des solutions de gestion de patrimoine. Elle a joint l'équipe du Croesus Lab et travaille sur un projet d'intelligence artificielle qui utilise le traitement automatique des langues.

Son parcours est une source d'inspiration pour les femmes en sciences. À l'ÉTS, elle a été membre du club Les INGénieuses, dont la mission est d'encourager l'intégration des femmes en génie. Elle s'est impliquée dans le programme *Girls Learning Code* et a créé un blogue sur les femmes et technologies : *Girl Knows Tech*, et rejoint ainsi plus de 100 000 personnes. Elle influence de nombreuses jeunes femmes attirées par l'univers des STIM mais hésitantes à s'y lancer. En quelques années seulement, elle a reçu plusieurs distinctions, dont le prix Reconnaissance Jeunesse en éducation du premier ministre du Québec en 2018.

Karine Leblanc

Professionnelle engagée et à l'esprit ouvert, Karine Leblanc tisse des relations significatives. Diplômée 2002 en génie mécanique, cette femme d'affaires au riche parcours s'est bâti une carrière passionnante et gratifiante. Résidant en Californie, elle est aujourd'hui directrice des ventes nationales pour iAIRE, une compagnie qui conçoit et manufacture des équipements de HVAC à haute efficacité énergétique, une mission qui rejoint ses propres préoccupations envers l'environnement. Elle siège au conseil d'administration du Réseau ÉTS à titre de vice-présidente adjointe, en plus d'être conférencière, coach et autrice.

Elle s'est beaucoup impliquée dans la vie étudiante, aimant plus que tout rassembler les gens autour de projets motivants. Ce leadership naturel à mobiliser les gens, elle l'exerce aujourd'hui d'une façon toute particulière : elle aide les ingénieurs à développer leur intelligence émotionnelle et autres « soft skills » afin qu'ils enrichissent leur vie professionnelle et hautement technologique.



Luc Leblanc

Luc Leblanc est cofondateur et président d'Orthogone Technologies, une entreprise créée en 2007 spécialisée en développement de logiciels et en conception de produits innovants. Elle est active dans différents secteurs, notamment le secteur médical ainsi que ceux des transports, des télécommunications et de l'aéronautique.

Cet entrepreneur, bachelier 1989 en génie électrique, est à la tête d'une équipe de près de 80 ingénieurs qui « carburent aux défis ». « Je suis fier que mon entreprise fasse rayonner les technologies de haut niveau au Québec », indique l'homme d'affaires qui s'entoure de collaborateurs passionnés qui ne manquent pas d'audace. En croissance depuis sa création, Orthogone Technologies accueille régulièrement des stagiaires et des diplômés de l'ÉTS.

Luc Leblanc se dit flatté par le titre d'Ambassadeur qui lui a été conféré cette année. « C'est une belle intention de la part de la direction de l'ÉTS, mais aussi une profonde reconnaissance de l'industrie des technologies », souligne-t-il.





Guy Martial Ngowa Nzali

C'est indéniable : Guy Martial Ngowa Nzali a l'étoffe d'un ambassadeur. Plusieurs mots viennent en tête quand on prend connaissance de son parcours : persévérance, résilience et courage. En 2013, il quitte le Cameroun et sa famille pour entamer des études en génie logiciel à l'ÉTS. Atteint de paralysie cérébrale, Guy Martial doit déployer des efforts supplémentaires. Ce ne sera pas en vain : il obtient son baccalauréat en 2020 et travaille maintenant chez Desjardins en tant qu'analyste fonctionnel.

Une de ses passions : trouver des solutions pour faciliter la vie des personnes en situation de handicap. Il entend se servir de son expérience personnelle et de son point de vue unique dans son rôle d'ambassadeur. « Je ne suis pas le seul en situation de handicap à avoir réussi, » souligne-t-il en toute humilité. Il espère d'ailleurs pouvoir unir sa voix à celles d'anciens et anciennes de l'ÉTS qui, comme lui, ont persévéré. « Tout le monde a besoin de modèles. »



Sébastien Tremblay

Sébastien Tremblay reçoit le titre d'ambassadeur émérite avec beaucoup d'humilité. « C'est très flatteur. Plusieurs ambassadeurs ont été des mentors pour moi, et c'est également un honneur de pouvoir représenter mon université et de témoigner du talent des ingénieurs qui y sont formés. C'est une responsabilité qui me tient vraiment à cœur. »

Diplômé de l'ÉTS en 2007 en génie de la construction, Sébastien Tremblay a travaillé chez CIMA+ Construction pendant 16 ans avant de se joindre à PCL en mai 2021 à titre de vice-président et directeur général de PCL au Québec. Les valeurs de l'entreprise, fondée il y a 116 ans, résonnent avec les siennes : justice, honnêteté, intégrité, loyauté, rigueur.

Ce qui le rend fier ? « Mon poste chez PCL me permet d'avoir une portée nord-américaine, et je me fais un point d'honneur de parler de nous, les francophones du Québec, de la qualité de nos universités et de notre main-d'œuvre. » ■

PROGRAMME LEADERSHIP ET RESPONSABILITÉ CITOYENNE

Doter la relève d'une vision d'ensemble
des enjeux contemporains

PAR **MARTIN LASALLE**



Tout projet d'ingénierie est lié à de nombreux enjeux, fussent-ils de nature scientifique, technologique, économique, environnementale, éthique, managériale, politique, culturelle, médiatique, sociale et tutti quanti. Comment allier tous ces éléments contemporains pour en tirer une compréhension de l'environnement global dans lequel les ingénieures et ingénieurs évoluent aujourd'hui ?

C'est ce que propose le programme *Leadership et responsabilité citoyenne*, offert à l'ÉTS depuis maintenant deux ans, grâce au soutien de la Fondation Jarislowsky.

Sous la férule de l'historien et sociologue Gérard Bouchard, le programme consiste en une série de conférences au cours desquelles les étudiantes et étudiants de l'ÉTS – de même que le grand public – ont l'occasion unique d'entendre d'éminents penseurs québécois et d'échanger avec eux pour enrichir leur vision.

Trouver la perle rare pour dénicher les plus grands penseurs du Québec

En 2020, le directeur des affaires académiques de l'ÉTS, Michel Huneault, confie à Hanan Smidi le mandat de mettre sur pied un programme inspiré de celui qui est offert à l'Université de Waterloo : destiné à préparer la relève aux défis de la société, il est aussi financé par la Fondation Jarislowsky afin de promouvoir le développement de la pensée critique des étudiants et étudiantes appelés à devenir des leaders pourvus d'une vision sociale et d'une pensée stratégique.

La maître d'enseignement du Service des enseignements généraux se met ainsi à la recherche d'une personne qui aura pour mission de concevoir et articuler le premier programme qui allait avoir pour thème « Regards multidisciplinaires sur la pandémie COVID-19. »

C'est en écoutant Gérard Bouchard à l'émission de radio de Radio-Canada « Plus on est de fous, plus on lit » que son choix s'arrête. « J'ai tout de suite été convaincue qu'il ferait un excellent *fellow* pour le programme, se remémore Hanan Smidi. Sa voix chaleureuse, son érudition et sa capacité à faire preuve d'intellectualisme sans user de la langue de bois m'ont convaincue qu'il était la personne tout indiquée! »

D'abord surpris qu'une école d'ingénierie fasse appel à lui, Gérard Bouchard accepte. « Les arguments que m'ont servis M^{me} Smidi et M. Huneault m'ont persuadé du sérieux de leur démarche et de leur objectif de nourrir les étudiantes et étudiants d'un contenu qui dépasse l'enseignement strictement technique, dans une perspective plus large au plan social et citoyen », explique-t-il.

Avec le soutien de l'historien Yves Gingras et de l'économiste Pierre Fortin, M. Bouchard se met à l'œuvre pour trouver les meilleurs conférenciers. « On lui avait initialement demandé d'en trouver six, il en a trouvé vingt! Ce qui nous a permis de penser déjà à la deuxième saison du programme », souligne Hanan Smidi.

Parmi eux, on retrouvait notamment le directeur du quotidien *Le Devoir* Brian Myles, Michel Clair, qui fut président de la Commission d'étude sur les services de santé et les services sociaux en 2000, et l'écologiste Laure Waridel.

Agir dans un Québec mondialisé

La deuxième mouture du programme, présenté à l'hiver 2022 sous le thème « Agir dans un Québec mondialisé », a été conçue par Gérard Bouchard et Stéphane Paquin, politicologue à l'École nationale d'administration publique. D'éminents conférenciers se sont succédés au cours des 12 séminaires suivis par les étudiantes et étudiants inscrits de même que 1200 personnes du public, dont les politologues Jean-Herman Guay et Annie Chaloux, le travailleur humanitaire François Audet, le scientifique en chef du Québec Rémi Quirion, l'homme d'affaires Serge Godin, de même que l'ex-premier ministre du Québec Lucien Bouchard.

Les sujets qu'ils ont abordés allaient des changements climatiques à la gouvernance globale, en passant par la recherche scientifique, la culture, les technologies numériques et l'avenir politique du Québec.

« Notre intention était d'offrir une perspective permettant de situer le Québec à l'échelle mondiale et d'exposer l'univers complexe dans lequel doivent être considérés tous les problèmes que l'on souhaite régler, souligne Gérard Bouchard. Les futurs ingénieurs doivent avoir une conscience citoyenne pour compléter le savoir technique qu'ils auront acquis et je crois que le programme a permis d'atteindre ce but. »

Accomplir quelque chose de plus grand que d'aller simplement travailler

Éricka Beaudry fait partie de quelque 30 étudiantes et étudiants qui ont pris part aux séminaires présentés à l'hiver 2022. Pour elle, « il y a un avant et un après le programme *Leadership et responsabilité citoyenne* ». Celle qui en est à sa troisième année en génie de la construction a été « impressionnée d'avoir eu accès à de telles grandes conférences sur des enjeux diversifiés dans une école d'ingénierie.

« J'ai été conquise par la générosité et l'érudition des conférencières et conférenciers, témoigne-t-elle. Ils sont parvenus à venir chercher en nous les valeurs qui nous animent et à créer un sentiment de proximité malgré l'écran lors des conférences à distance. Et ça, ce n'est pas annoncé dans le programme!

« À l'avenir, je veux sentir que j'accomplis quelque chose de plus grand que d'aller simplement au travail, conclut-elle. Cette ambition était déjà en moi, et le programme m'a permis de faire des liens et de mieux identifier qui j'ai envie d'être et quel impact je veux avoir sur le monde. » ■

← L'historien et sociologue **Gérard Bouchard**, *fellow* et coconcepteur du programme *Leadership et responsabilité citoyenne*.

Hanan Smidi, maître d'enseignement au Service des enseignements généraux de l'ÉTS.

Stéphane Paquin, politicologue à l'École nationale d'administration publique.

DORA : UNE FAÇON DE MIEUX ÉVALUER LA RECHERCHE

PAR THÉRÈSE DRAPEAU

Il a été démontré qu'évaluer l'excellence en recherche en se basant uniquement sur le nombre d'articles et de citations peut entraîner d'importants biais. Cette approche tend à favoriser les domaines de recherche plus à la mode, au détriment de ceux qui ont des retombées différentes, mais tout aussi importantes, comme la création d'entreprises, le transfert technologique et l'innovation sociale. Aperçu des mesures innovantes visant à mettre en valeur la diversité, l'excellence et l'impact de la recherche appliquée à l'ÉTS.

La Déclaration de San Francisco, une alliance naturelle avec l'ÉTS

Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et les Fonds de recherche du Québec font partie des quelque 21 500 individus et organisations provenant de 158 pays ayant adhéré à la Déclaration de San Francisco, connue sous le nom de DORA¹. Celle-ci veut contrer l'usage croissant et abusif du classement bibliométrique des citations. Elle vise à éviter de baser l'évaluation de la qualité et de la notoriété des publications et des chercheurs sur des indicateurs seulement quantitatifs.

Lorsqu'il est devenu doyen de la recherche de l'ÉTS en 2020, Ghyslain Gagnon avait déjà pris connaissance de l'adhésion à DORA des partenaires de financement public. Il explique que « l'ÉTS étant reconnue pour l'impact concret de sa recherche auprès de la société et de ses partenaires, il était naturel qu'elle soit parmi les premières universités canadiennes à signer cette déclaration ». Ainsi, il a rapidement entamé les démarches pour emboîter le pas et officialiser la signature de DORA par François Gagnon, directeur général de l'ÉTS, après approbation par le Conseil d'administration de l'établissement et la Commission des études. Cette étape a été franchie en janvier 2021 et l'École a amorcé la mise en œuvre des recommandations.

Les recommandations de DORA s'adressent autant aux établissements universitaires qu'aux chercheurs, aux éditeurs et aux organismes de financement de la recherche. Par exemple, l'ÉTS peut désormais appliquer en amont les critères de DORA aux concours internes pour la présélection des projets de recherche soumis aux partenaires financiers.

Évaluer l'excellence sous toutes ses formes

Ghyslain Gagnon a collaboré quelques années au recrutement professoral où il a constaté les biais induits par le facteur d'impact des publications dans les processus d'embauche, la titularisation et les chances

de promotion des jeunes chercheurs, des personnes issues de la diversité, etc. Pour adopter de meilleures pratiques en la matière, les recommandations de DORA peuvent être appliquées afin d'évaluer les parcours professionnels du personnel enseignant, jeune et moins jeune, ainsi que pour l'attribution de prix qui dépendent de l'évaluation des candidatures.

Le respect des critères de DORA imprègne progressivement la culture organisationnelle à l'ÉTS et facilitera l'inclusion et la diversité au sein de son corps professoral et de ses équipes de recherche. La résistance au changement fait partie du processus. Toutefois, M. Gagnon rappelle que « l'article révisé par les pairs demeurera une production scientifique essentielle pour l'évaluation de la recherche. Cependant, on doit y ajouter d'autres critères qualitatifs tel l'accès aux ensembles de données, aux logiciels et protocoles, à la formation de chercheurs, aux retombées sociales, à l'influence sur les politiques et les pratiques, aux impacts économiques, au transfert technologique, etc. ».

La ruée vers les citations

Rappelons que le facteur d'impact est un outil de mesure utilisé de plus en plus systématiquement pour l'évaluation des chercheurs. Également nommé Facteur H, c'est-à-dire le nombre de publications d'un chercheur et le nombre de ses citations, il a d'abord été conçu pour aider les bibliothécaires à sélectionner les revues auxquelles s'abonner. Il s'est ensuite solidement implanté dans les institutions et les organismes de financement, favorisé par l'expansion d'Internet et des médias sociaux. Les limites du Facteur H ont commencé à être dénoncées quand on a constaté que son utilisation n'était pas transparente ni ouverte au public et qu'elle pouvait être instrumentalisée par des chercheurs ou des politiques éditoriales de revues scientifiques.

¹ San Francisco Declaration on Research Assessment (DORA)



« Lorsqu'une mesure devient
un objectif, elle cesse
d'être une bonne mesure »

LOI DE GOODHART - 1975

Les chaires Marcelle-Gauvreau et DORA

Le programme des chaires Marcelle-Gauvreau de l'ÉTS, créé en 2020, affiche en toute transparence son intention de privilégier les candidats qui ont démontré des qualités exceptionnelles de résilience et de détermination face à l'adversité dans leur parcours.

40 %

L'excellence en recherche et le mérite de la proposition du programme de recherche sont évalués selon les critères de DORA (40%).

40 %

Les critères de l'évaluation de la détermination et de la résilience (40%) ont été élaborés avec des experts en science sociale, humaine et en psychologie.

20 %

Ils correspondent aux normes reconnues pour le recrutement de gestionnaires de haut niveau tandis que l'enseignement et l'encadrement comptent pour 20% du total.

10 chaires de
recherche

Cinq chaires ont ainsi été attribuées à l'interne en 2021 et cinq autres à l'externe au cours de l'année 2022. ■

LA FORMATION : LA CLÉ POUR UNE TRANSFORMATION NUMÉRIQUE RÉUSSIE

PAR CAROLINE BOUFFARD – 37^e AVENUE



↙ **Justine Brousseau**,
agente de
développement, et
Geneviève Brouillette,
directrice à ÉTS
Formation

La technologie gagne de plus en plus le système de santé, tant dans les équipements que dans les outils d'organisation du travail. Fin mars 2022, le gouvernement du Québec a d'ailleurs présenté un plan de refondation du système de santé reposant sur quatre axes, dont les ressources humaines, l'accès aux données et les technologies de l'information.

L'intelligence artificielle, qui a déjà fait son entrée dans certains départements, est donc appelée à être déployée dans l'ensemble du réseau. Cette transformation majeure implique des changements dans les méthodes de travail et nécessite une mise à niveau des compétences numériques du personnel en place.

Dans ce contexte, comment la formation et le développement des compétences peuvent-ils être en complémentarité dans la stratégie de gestion de changement dans le domaine de la santé et, plus largement, dans les entreprises en général? Geneviève Brouillette et Justine Brousseau, respectivement directrice et agente de développement à ÉTS Formation, nous l'expliquent.

De pansement à levier stratégique

La formation est souvent négligée. Elle est soit offerte ad hoc, en vitesse, quand un nouvel outil est mis en place ou qu'une crise survient. Soit carrément reportée ou annulée, par manque de temps ou de ressources.

Geneviève Brouillette est formelle : la formation est un levier stratégique. « Plus la formation est planifiée et arrimée à la stratégie de l'organisation, plus on s'approche d'une culture apprenante. Et il est démontré que des organisations ayant une telle culture sont plus performantes », explique-t-elle.

La formation est également un levier de fidélisation, qui doit être vu comme un investissement. La formation fait en sorte que les employés et employées se sentent plus compétents. Elle permet aussi une plus grande mobilité au sein même de l'organisation. Des facteurs essentiels au développement de la loyauté envers l'employeur.

Puisque c'est la culture de travail dans son entièreté qui est appelée à être modifiée au cours des prochaines années dans le réseau de la santé, c'est l'occasion idéale pour arrimer la formation à chacun des axes de la refondation.

Encadrer la gestion du changement

Les difficultés liées à la rareté de la main-d'œuvre et à la transformation numérique étaient présentes avant la pandémie et la refondation annoncée. « Il est évident que ces nouvelles transformations vont créer une pression supplémentaire, confirme Justine Brousseau. Le changement est annoncé, on sait que cela va créer des remous. Il faut être proactif. »

La pandémie nous a certes révélé notre grande résilience. « La gestion du changement, on a tous l'impression d'en faire à temps plein depuis deux ans. Et c'est loin

d'être terminé », observe Geneviève Brouillette. La grande flexibilité du personnel de la santé a été remarquée et saluée, mais ce serait une erreur de miser uniquement sur sa capacité d'adaptation.

Selon elle, il y a une corrélation directe entre la planification et la gestion pratique de la formation et la performance des organisations. En s'arrimant aux orientations de l'organisation, la formation répond à des besoins concrets et permet de développer les bonnes compétences aux bons moments. La gestion du changement s'articule en équipe et par étapes. Avec de l'accompagnement et des suivis.

Une bonne planification aidera également à concilier deux pôles qui semblent se concurrencer en permanence dans le réseau de la santé : le développement des compétences relationnelles et la littératie numérique. « La pression est forte pour que gestionnaires et professionnels développent leurs aptitudes relationnelles tout en suivant le rythme des avancées technologiques. »

Planification et adhésion

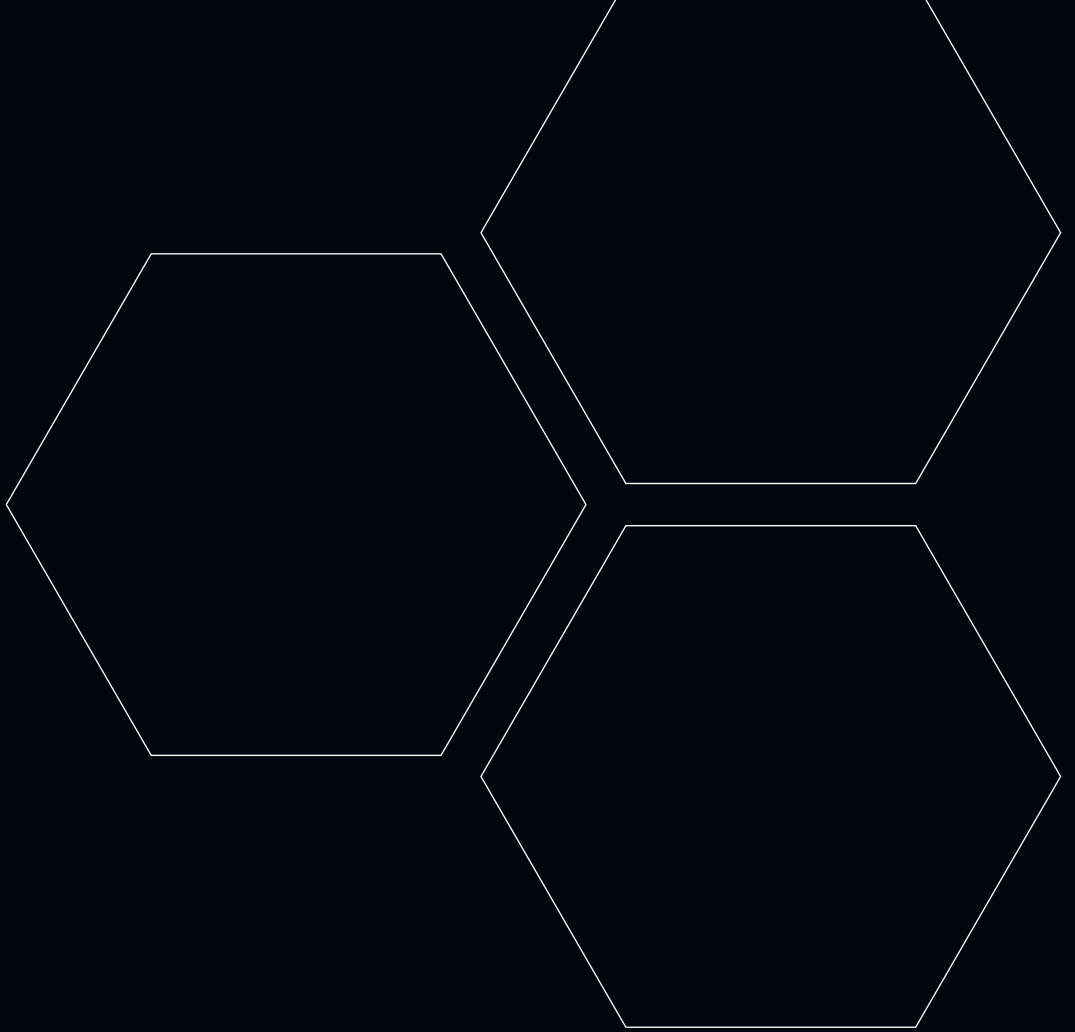
Un des secrets d'une gestion du changement réussie? L'adhésion de toutes les parties prenantes, à commencer par les gestionnaires. « On doit s'assurer avant tout qu'ils comprennent et acceptent le changement afin qu'ils puissent à leur tour accompagner leurs équipes, explique Justine Brousseau. C'est une erreur de penser qu'ils peuvent s'extraire du processus de changement. »

Elle cite un autre facteur de réussite : la mise en place des suivis. « Il faut arrêter d'espérer qu'une journée de formation transformera un comportement ou des façons de faire. C'est un continuum de petites actions qui permettent de mettre en œuvre les compétences. »

Un contexte porteur d'espoir

Les professionnelles d'ÉTS Formation croient que la formation a de beaux jours devant elle. D'une part, elles observent la multiplication des postes de coordonnateurs ou coordonnatrices et de responsables de la formation en entreprise et dans la fonction publique. Jusqu'à tout récemment, seules les grandes entreprises avaient cette longueur d'avance.

D'autre part, la pandémie a aussi eu un impact positif sur l'acceptation de la technologie. « On sait maintenant qu'on peut faire les choses autrement, confirme Geneviève Brouillette. On voit que la pandémie a donné lieu à une importante démocratisation de l'utilisation des technologies pour communiquer. Ce qui rend la formation plus accessible, peu importe le lieu, le contexte ou la réalité du travail. » ■



TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ



GENOUGRAPHIE

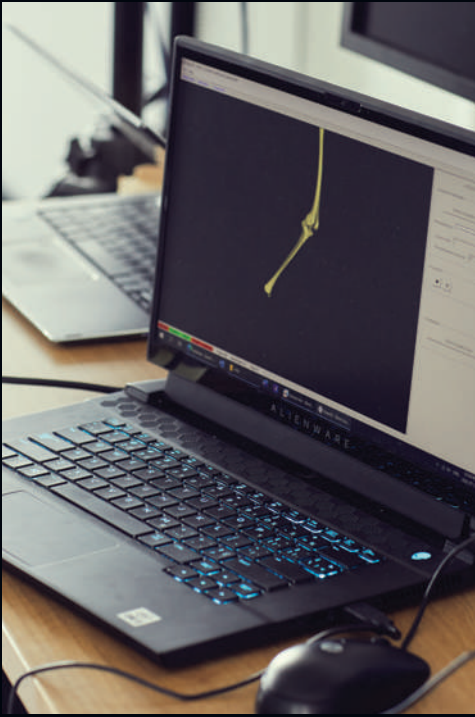
L'ingénierie et l'intelligence artificielle
pour mieux vivre avec l'arthrose du genou

PAR MARTIN LASALLE

La professeure Nicola Hagemeister, du Département de génie des systèmes, est la co-inventrice d'une technologie novatrice – la genougraphie – qui a le potentiel de faciliter la vie de centaines de milliers de personnes souffrant d'arthrose du genou. Retour sur le parcours qui lui a valu, en 2021, d'être admise au Cercle d'excellence de l'Université du Québec.

→ **Nicola Hagemeister**,
chercheuse et co-inventrice
de la genougraphie





La genougraphie : pour faciliter la vie de centaines de milliers de personnes

Titulaire d'un baccalauréat en génie biomédical de l'Université de Technologie de Compiègne, en France, M^{me} Hagemeister arrive dans la métropole en 1992 pour y effectuer une maîtrise puis un doctorat en génie biomédical à Polytechnique Montréal.

Pendant son doctorat, elle se joint au professeur chercheur du Département de génie des systèmes Jacques de Guise et contribue à la création du Laboratoire de recherche en imagerie et en orthopédie de l'ÉTS – le LIO – qui a pour mission de développer des technologies biomédicales de pointe en collaboration avec des chercheurs cliniciens et leurs patients.

« Un orthopédiste spécialisé en remplacement de ligaments du genou nous a consultés pour réduire le risque que la prothèse ligamentaire brise après un certain temps suivant la chirurgie, raconte la chercheuse. Pour ce faire, nous devons mesurer précisément le mouvement 3D du genou et nous avons développé un prototype de harnais capable de le faire sans les interférences causées par le mouvement de la peau. »

Une idée a alors germé : unir cette nouvelle technologie avec l'intelligence artificielle pour non seulement « photographier » l'état du genou, mais pour compiler des données qui permettraient de voir le mouvement du genou afin de mieux évaluer la fonction de cette articulation essentielle à l'autonomie des patients.

Un « électrocardiogramme » pour le genou

Après une quinzaine d'années de recherche, Nicola Hagemeister met au point en 2011 sa nouvelle technologie – la genougraphie – avec le concours d'autres chercheurs de l'ÉTS, du Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CRCHUM) et de l'Université TÉLUQ.

« Grâce à ce nouveau harnais comportant des senseurs qui captent les biomarqueurs mécaniques qu'analyse un système d'intelligence artificielle, nous avons pu mesurer en temps réel les mouvements en trois dimensions du genou et ses rotations non visibles à l'œil nu », explique la titulaire de la Chaire de recherche en génie Marcelle-Gauvreau sur les biomarqueurs mécaniques.

La genougraphie connaît alors son essor, grâce à la collaboration de l'entreprise EMOVI qui commercialise le harnais sous le nom de KneeKG. Désormais, par une simple séance de 20 minutes de marche sur un tapis roulant, il est possible d'évaluer l'articulation avec précision et objectivité en détectant les déviations des os du genou, un peu comme un électrocardiogramme (ECG) qui enregistre l'activité cardiaque.

« Le logiciel d'analyse des biomarqueurs mécaniques permet non seulement de visualiser les trois mouvements du genou que sont la flexion, l'extension et la rotation tibiale, mais aussi d'identifier automatiquement les marqueurs mécaniques des maladies, dont l'arthrose, ou d'une blessure, telle une déchirure ligamentaire ou méniscale », illustre Nicola Hagemeister.

Une technologie qui améliore la vie des gens

La genougraphie est une innovation prometteuse: les travaux portant sur cette technologie ont mené à la publication de 21 articles scientifiques, cités plus de 1600 fois! Ils ont aussi donné lieu à des collaborations avec des chercheurs de la France, qui l'utilisent dans le cadre de leurs projets de recherche.

L'une des études a été réalisée au Québec, de 2014 à 2019, avec le concours de 1000 personnes ayant consulté un médecin généraliste pour des problèmes reliés aux genoux. Les patients ont été assignés au hasard à un suivi selon la pratique médicale courante (essentiellement basé sur la gestion de la douleur par médicament) ou selon la pratique à laquelle on a ajouté un examen de genougraphie. Cet examen était accompagné d'explication sur les déficits dont ils souffraient et d'exercices spécifiques à réaliser régulièrement.

« Après six mois, les patients qui ont bénéficié de la genougraphie disaient aller mieux et avoir moins mal, comparativement au groupe pris en charge par la pratique médicale courante, indique la professeure. Plus encore, les mesures des changements biomécaniques indiquaient une modification cinématique du mouvement du genou, ce qui démontre que notre technologie permet une véritable personnalisation du traitement. »

De plus, 88 % des patients ayant eu accès à la genougraphie ont déclaré avoir effectué leurs exercices pendant au moins trois mois, révélant aussi son effet incitatif sur leur adhésion au traitement.

Actuellement, la technologie KneeKG est offerte par plus d'une centaine de cliniques et d'hôpitaux dans huit pays. Au Québec, elle n'est pour l'instant disponible que dans une quinzaine de cliniques privées. Mais des études sont en cours afin d'évaluer le rapport coût/bénéfice de cet outil pour les services publics de santé, notamment à l'hôpital Charles-Lemoyne et à l'hôpital Jean-Talon.

Rendre cette technologie accessible à un plus grand nombre de personnes permettrait d'atténuer leur souffrance... en plus de renforcer chez Nicola Hagemeister le sentiment d'avoir choisi la bonne vocation, soit celle de mettre le génie biomédical au service des patients! ■



AIDER LES MÉDECINS À PRENDRE LES MEILLEURES DÉCISIONS

PAR CATHERINE COUTURIER

Depuis le début de son parcours, Rita Noumeir travaille à appliquer les méthodes du génie au domaine de la santé pour mettre les avancées de l'intelligence artificielle au service des soignants et de la santé des populations.

← La professeure et chercheuse
Rita Noumeir

« Ce qui m'a attirée, c'est le côté humain. La santé, ça touche tout le monde »

— RITA NOUMEIR

Dès ses études supérieures en génie biomédical, Rita Noumeir s'est intéressée à l'amélioration de la santé humaine. Celle qui travaille en vision artificielle a toujours gravité autour de ce domaine : « Ce qui m'a attirée, c'est le côté humain. La santé, ça touche tout le monde », relate M^{me} Noumeir. De la prison aux soins intensifs, la chercheuse explore le pouvoir de l'analyse des images pour améliorer la santé des populations de tout âge et tout horizon : détection de la détresse respiratoire, des chutes ou des comportements autodestructeurs, techniques de compression d'imagerie médicale, personnalisation des traitements, et intégration des images médicales dans le dossier de santé électronique pancanadien.

Depuis plusieurs années, Rita Noumeir collabore aussi avec Philippe Juvet, pédiatre aux soins intensifs au CHU Sainte-Justine et professeur à la Faculté de médecine de l'Université de Montréal. Ceux-ci ont obtenu des subventions majeures, dont une de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI), qui a permis d'équiper l'hôpital Sainte-Justine de caméras de profondeur et à infrarouge installées dans toutes les salles de soins intensifs, et de développer l'infrastructure pour l'archivage et le traitement de ces images et vidéos.

Une chaire, quatre objectifs

Lorsque le Fonds de recherche du Québec - Santé a lancé le programme de Chaire de recherche double en intelligence artificielle en santé/santé numérique et sciences de la vie, un concours très compétitif, « ça allait de soi que nous postulerions », confie Rita Noumeir. Les cotitulaires ont remporté le concours et obtenu 1,5 M\$ sur trois ans pour financer la Chaire de recherche sur le développement et la validation de systèmes informatisés d'aide à la décision clinique à l'aide de l'intelligence artificielle de l'ÉTS.

« Les travaux de la chaire sont basés sur tout ce qu'on a fait avant », ajoute la professeure du Département de génie électrique de l'ÉTS. Ils tourneront autour de quatre axes : la détection et la quantification de la détresse vitale de l'enfant par analyse de vidéo, l'accélération de la mise en œuvre de la médecine basée sur les données probantes aux soins intensifs, la réduction du risque de réadmission aux soins intensifs (qui entraîne des séjours plus longs et coûteux) et l'optimisation logistique du flux de patients. « La logistique a un impact direct sur les soins », rappelle M^{me} Noumeir. En effet, déplacer un patient signifie qu'il faut nettoyer les salles, informer les soignants... toutes des actions qui laissent moins de temps au personnel pour soigner les patients.

Analyse multimodale

L'analyse d'images et de vidéos et leur synchronisation avec les dossiers de santé électronique améliorera d'abord la détection de la détresse vitale des patients. Si un patient est branché au respirateur, il est monitoré automatiquement; mais lorsque le patient respire spontanément, l'évaluation de la respiration est basée sur les observations subjectives du médecin. « Si le médecin n'est pas au chevet du patient, si ce dernier est dans une région éloignée, ou dans une ambulance, on ne dispose pas de ces informations », fait valoir M^{me} Noumeir.

En croisant les données de caméras infrarouges et de profondeur avec celles du dossier électronique, la chercheuse vise à détecter objectivement et rapidement la détresse respiratoire. Ces mêmes données de caméras aideraient également à évaluer l'état de conscience ou de coma d'un patient. Ces grandes quantités de données seront traitées par des algorithmes basés sur l'apprentissage machine, facilitant ainsi le travail des médecins et des professionnels de la santé.



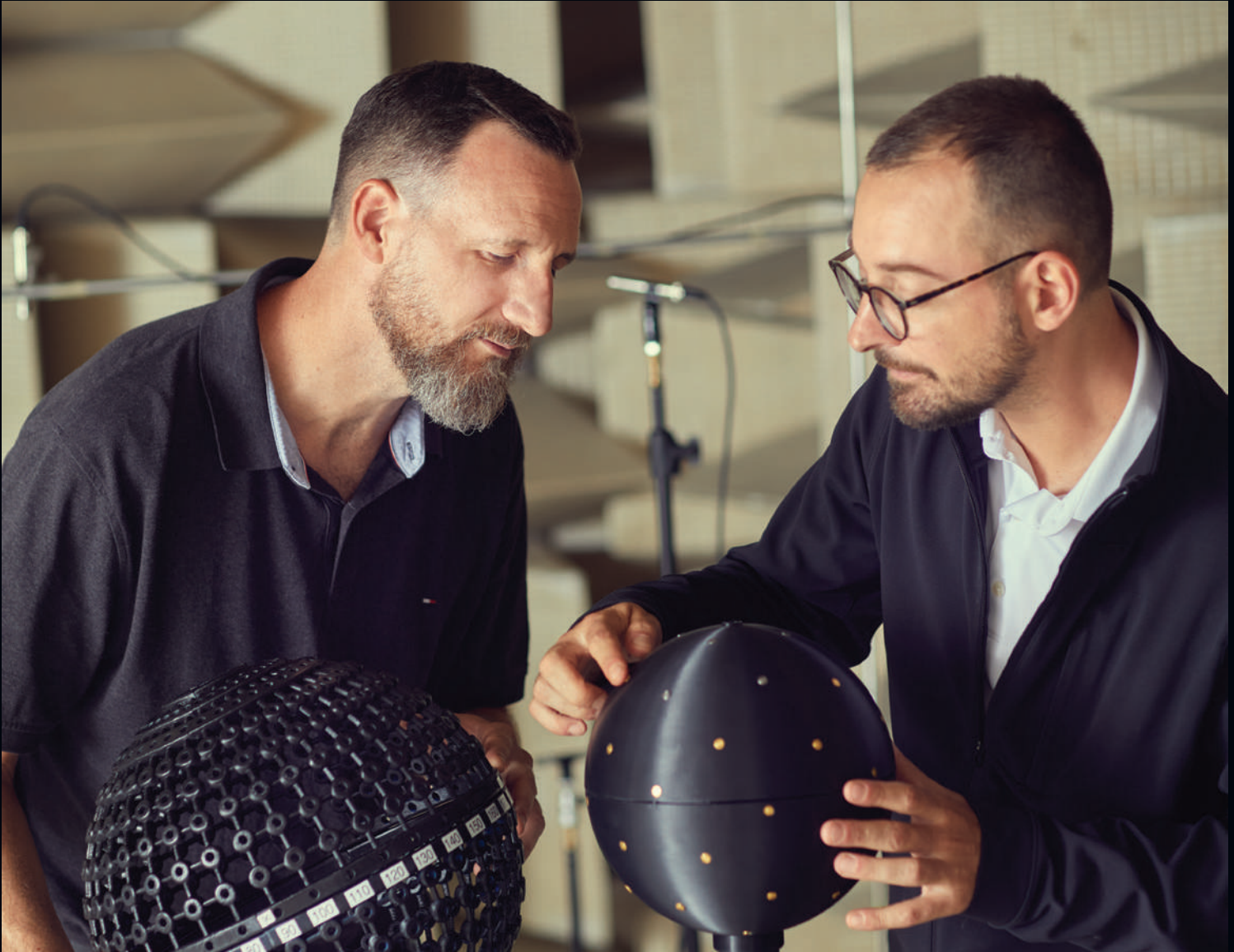
Des données probantes pour les soins intensifs

La professeure Noumeir exploite aussi la richesse des données contenues dans les notes des dossiers électroniques. « À toutes les étapes d'un séjour aux soins intensifs, le médecin et les soignants laissent des notes au dossier électronique », explique-t-elle. Celle-ci aimerait utiliser cette mine d'information pour améliorer la détection de l'insuffisance cardiaque, par exemple. Or, leur analyse est complexe : les notes ne sont pas structurées et utilisent de nombreuses abréviations, chiffres et vocabulaire médical. La chercheuse et son équipe utiliseront donc des méthodes issues du traitement du langage pour analyser ces données. Leur richesse pourrait aussi être utilisée pour ajuster plus finement les paramètres des respirateurs selon les patients : « L'IA peut analyser toutes ces données pour suggérer au médecin les meilleurs paramètres de réglage. »

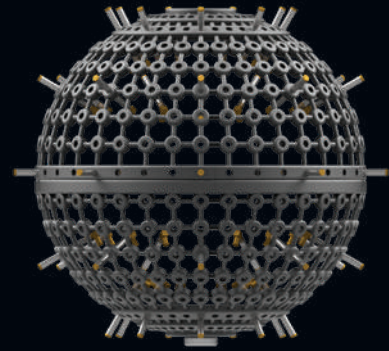
Grâce aux dernières avancées en intelligence artificielle, Rita Noumeir espère mieux appuyer le travail des médecins et les aider dans certaines prises de décision relatives au diagnostic et au traitement des patients gravement malades. Parce qu'on est loin de se faire soigner par les robots. « C'est une grande prétention d'appeler ça "intelligence artificielle", nous ne remplacerons jamais les médecins », conclut-elle. ■

PRÉVENIR LES EFFETS DU BRUIT

PAR CATHERINE COUTURIER



Environ 350 000 travailleurs au Québec seraient exposés quotidiennement à des bruits dangereux, et 100 millions dans le monde. Oliver Doutres et ses collègues veulent trouver des solutions à ce problème assourdissant.



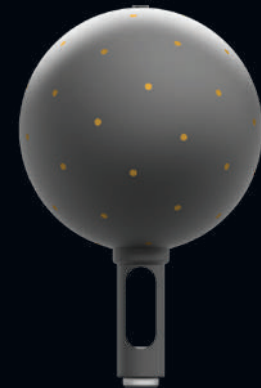
« Le bruit a énormément d'effets sur la santé », rappelle Olivier Doutres, professeur et chercheur au Département de génie mécanique. Perturbation du sommeil, problèmes cardiovasculaires, isolement social, effets psychologiques ; l'exposition au bruit a des effets pernicieux, sans compter les effets à long terme sur l'audition, surtout chez les travailleurs régulièrement exposés.

Le professeur, formé au Laboratoire d'acoustique de l'Université du Mans en France, est codirecteur du Groupe de Recherche en Acoustique à Montréal (GRAM), dont fait partie le laboratoire ICAR (Infrastructure commune en acoustique pour la recherche) conjoint entre l'ÉTS et l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST). Les recherches du GRAM se penchent sur la santé et sécurité au travail, notamment sur les moyens de prévention de la surdité professionnelle. « Les lésions de l'oreille sont parmi les maladies professionnelles les plus coûteuses pour la CNESST, et ça va en s'aggravant », note M. Doutres. Le bruit et la surdité ont aussi été identifiés dans les priorités du programme national de santé publique du Québec. L'objectif du GRAM est donc de développer des outils d'ingénierie pour réduire la pollution sonore et ses effets délétères sur la santé.

Prévenir plutôt que mitiger

La meilleure façon de prévenir les effets du bruit sur la santé reste de le réduire à la source. C'est l'objectif de Thomas Padois, associé de recherche au GRAM et spécialiste de l'imagerie acoustique. Son projet ? Utiliser des caméras qui génèrent des images semblables à celles des caméras thermiques, mais qui détectent les sources de bruit plutôt que les sources de chaleur. Dans les milieux industriels, il est parfois difficile d'identifier la provenance du bruit étant donné les nombreuses sources, et les sons qui rebondissent sur les parois et les machines.

Sur une antenne, une trentaine de micros et une caméra optique produisent une photo du milieu de travail. Les points « chauds » des images correspondent aux endroits où l'on doit réduire le bruit, en modifiant par exemple la machine ou en installant un encoffrement.



L'intelligence artificielle sera mise à profit pour traiter les images générées. « On utilise l'IA pour améliorer la qualité de l'image, et apprendre à la machine ce qui constitue une image de mauvaise qualité et de bonne qualité », précise Thomas Padois. Ce projet, qui s'étalera sur quatre ans en collaboration avec l'IRSST et l'Université de Sherbrooke, permettra de développer un prototype de système d'imagerie acoustique (antenne, logiciel et interface) qui répond aux besoins de l'industrie. Un comité d'experts a intégré le projet et fera en sorte que le prototype trouve son utilité sur le terrain.

Protéger de façon efficace

À défaut de pouvoir modifier le bruit à la source, on peut réduire son énergie sur son chemin de propagation. Les basses fréquences sont particulièrement difficiles à bloquer; les chercheurs développent des métamatériaux acoustiques innovants pour tenter de les atténuer. Une dernière solution est de recourir à des protecteurs auditifs. « Quand on ne peut pas réduire la source du bruit, comme dans les mines ou les scieries, on le réduit directement sur les oreilles des travailleurs et travailleuses », résume M. Doutres. Mais ces protections ne sont pas toujours efficaces : parce qu'elles ne sont pas toujours confortables, les travailleurs les portent incorrectement ou les enlèvent au cours de la journée. Olivier Doutres veut mieux comprendre le confort, une notion subjective, développer des bancs de test plus adaptés, et ultimement, des protecteurs plus confortables, notamment basés sur l'utilisation de métamatériaux acoustiques.

Le chercheur travaille ainsi à la conception d'une tête artificielle réaliste. « Nos conduits auditifs sont uniques, comme nos empreintes digitales », explique-t-il. Les têtes artificielles utilisées jusqu'à présent étaient basées sur des conduits auditifs simples et peu réalistes. Or, la forme du conduit joue beaucoup sur l'efficacité des bouchons. L'équipe du professeur a numérisé 240 conduits auditifs de travailleurs, qui ont été analysés grâce à des algorithmes d'intelligence artificielle pour en dégager des familles de conduits représentatives. Ces quelques familles permettront ensuite de fabriquer quelques variantes de têtes artificielles pour produire des bouchons plus confortables et donc plus efficaces.

Toute une équipe multidisciplinaire de chercheurs et d'étudiants planche sur ce projet : psychologues du travail, ergonomes, audiologistes... Le domaine de l'acoustique est vaste et nécessite de travailler main dans la main avec des chercheurs de différentes disciplines pour améliorer la vie des humains. La surdité professionnelle est souvent vécue comme un drame pour ces travailleurs : « On s'en rend compte lorsqu'il est trop tard, on est sourd. C'est une catastrophe, et ça entraîne beaucoup de problèmes psychologiques », confie M. Doutres.

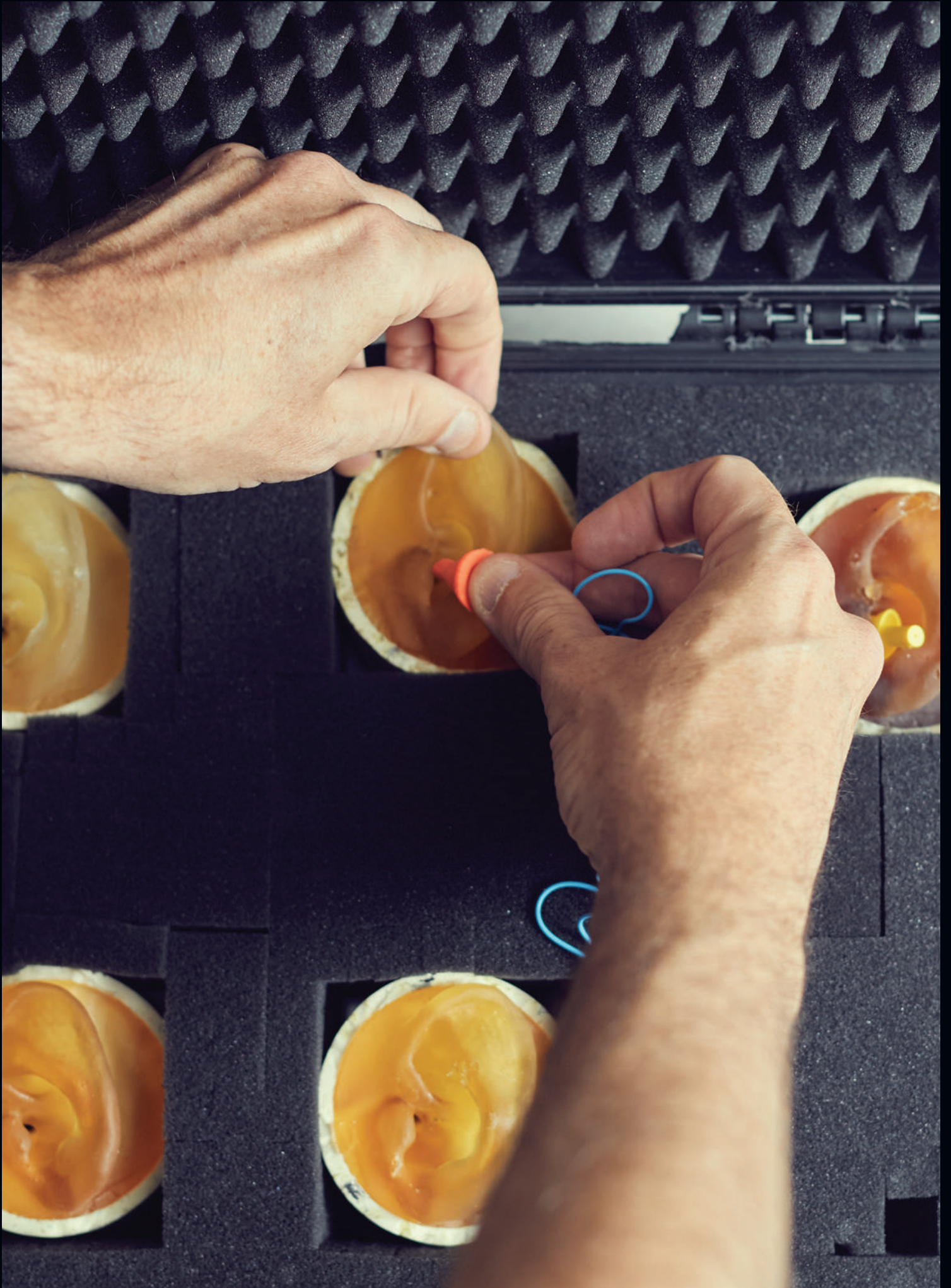
Espérons que les travaux du GRAM fassent grand bruit, pour mieux le réduire. ■



Le bruit et la surdité ont été identifiés dans les priorités de programme national de santé publique du Québec

— OLIVIER DOUTRES

→ 240 conduits auditifs ont été numérisés grâce à des algorithmes d'IA pour en dégager des familles de conduits représentatives.





**AU-DELÀ DE LA
RECHERCHE,
LA COMMUNICATION
SCIENTIFIQUE**

Atma Adoungotchodo



PAR RENÉE SENNEVILLE

*La vulgarisation scientifique
rend la science accessible à tous,
elle suscite l'intérêt du public
pour la science et lutte contre
la désinformation.*

— ATMA ADOUNGOTCHODO



Vulgariser un sujet de thèse de doctorat n'est pas chose facile, alors imaginez avoir à présenter plusieurs années de recherche en 3 minutes ! C'est le défi impressionnant qu'a relevé avec brio Atma Adoungotchodo, doctorante au Département de génie mécanique de l'ÉTS, dans le cadre du concours « Ma thèse en 180 secondes » organisé par l'ACFAS en 2021. Elle a remporté le premier prix de l'épreuve nationale.

La vulgarisation scientifique ne fait pas que promouvoir la recherche scientifique, elle rend la science accessible à tous, elle suscite l'intérêt du public pour la science et elle lutte contre la désinformation. Elle permet de partager les nouvelles découvertes scientifiques avec un public plus large, de combler le fossé entre les scientifiques et le public.

Ce talent de communicatrice scientifique, Atma l'avait déjà mis à contribution, en expliquant sa thèse aux membres de sa famille, s'exprimant en « fon », l'une des multiples langues locales parlées au Bénin dont elle est originaire. « Je crois bien qu'ils ont compris, car chaque fois que quelqu'un a mal au dos, ils me demandent où j'en suis », a-t-elle raconté lorsque l'ACFAS lui a remis son prix.

Parce que c'est justement au « mal du siècle » (les maux de dos) auquel cette jeune doctorante s'est attaquée...

Le mal du siècle

Le mal de dos est un important problème de santé publique, arrivant au second rang après l'hypertension. À l'échelle de la planète, quatre adultes sur cinq souffrent ou souffriront de maux de dos, dont l'une des causes principales est la dégénérescence du disque intervertébral. Au-delà de la médication contrôlant la douleur dans les stades précoces — dont les effets sont limités — seules des interventions chirurgicales très invasives représentent une option, souvent peu efficace.

Munie de son diplôme en génie biomédical de Polytechnique Montréal, la jeune chercheuse s'est jointe à l'équipe de Sophie Lerouge, professeure à l'ÉTS, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur les biomatériaux et chercheuse au Centre de recherche du CHUM. L'un des principaux axes de recherche de M^{me} Lerouge est le développement d'hydrogels injectables, notamment pour l'immunothérapie du cancer et la régénération des tissus, dont le disque intervertébral. Ayant d'abord entrepris une maîtrise en technologie de la santé, Atma a rapidement été invitée par la professeure Lerouge à passer directement au doctorat.

Partageant la même passion que son éminente mentore, soit l'ingénierie tissulaire et la science des matériaux en général, elle s'est engagée dans des travaux de recherche visant la mise au point d'hydrogels injectables bioactifs de chitosane pour la régénérescence du disque intervertébral, une thérapie visant à soulager la douleur, mais surtout à stimuler la réparation naturelle du disque, qui ne nécessite pas de chirurgie.

Aider le corps à reprendre le contrôle

« Notre premier défi était de mettre au point un hydrogel suffisamment résistant pour supporter les contraintes mécaniques du dos. Mais encore fallait-il que le produit obtenu puisse stimuler la réparation naturelle du disque, par l'ajout de composants ». En septembre 2021, elle publiait les résultats d'une étude confirmant que l'utilisation de la gélatine et du Link N associés au gel de chitosane constituaient une option encourageante pour la régénération du disque intervertébral et donc un traitement prometteur contre les maux de dos.

« En recherche, ce qui m'anime, c'est d'aider le corps à reprendre le contrôle », conclut la jeune doctorante sur le point de terminer son doctorat.

La Fondation Inspire

En pleine pandémie, Atma a cofondé la Fondation Inspire, qui vise à donner aux enfants issus de l'immigration plus de chances de réussir dans leur vie, en étant exposés à différentes personnes ayant réussi, pouvant partager avec eux leur expérience professionnelle, leur réalité et les « secrets » de leur réussite. « La communauté noire, notamment, est sous-représentée en génie. Ce n'est pas juste une question de racisme, c'est également par manque d'exposition à des personnes qui travaillent dans le domaine », souligne-t-elle.

Vers l'application des inventions en technologies médicales

Aujourd'hui, forte de toutes ses années de recherche, elle envisage de prendre congé — pour un temps, peut-être — des laboratoires pour explorer un champ d'expertise qui s'en rapproche toutefois : la mise en valeur des produits de la recherche dans le domaine des technologies médicales. « Je m'intéresse de plus en plus aux aspects légaux des technologies médicales tels que les brevets, les réglementations et les normes », explique-t-elle.

La mise en application des découvertes suscite beaucoup d'intérêt chez elle, et pourrait bien répondre à son impatience de voir les bienfaits de la recherche se réaliser. Sa profonde connaissance des sciences biomédicales et son talent de communicatrice lui seront sûrement d'un grand secours. Elle s'intéresse également à la gestion des problèmes de santé publique, et pourrait se voir éventuellement contribuer à l'élaboration de politiques dans ce domaine. ■

FAIRE VIVRE LE CAMPUS DE L'ÉTS PAR LES ARTS ET LA CULTURE

PAR THÉRÈSE DRAPEAU



← **Cédrick Pautel**, secrétaire général de l'ÉTS et responsable du Plan de développement urbanistique et de l'intégration de l'art sur le campus, devant l'œuvre *Antigon VII*, don de l'artiste Liliana Berezowsky.

Depuis qu'on lui a confié le mandat de mener les consultations sur le Plan de développement urbanistique¹ de l'ÉTS en 2017, le secrétaire général Cédric Pautel et ses collaborateurs n'ont ménagé aucun effort pour donner suite à la vision et aux ambitions exprimées par tous les groupes consultés. Les principales recommandations émises lors de ces consultations concernaient le verdissement, l'embellissement et l'intégration des arts sur le campus. Elles sont incluses au Plan d'action de développement durable 2020-2022². L'ÉTS grandit ainsi en beauté et en harmonie avec son milieu.

Associée aux sciences appliquées, à l'innovation et à la technologie, l'École est aussi un milieu de vie culturellement engagé et accueillant. En septembre 2021, elle a participé aux Journées de la culture en offrant des visites guidées de plusieurs de ses œuvres. De plus, l'ÉTS entend s'inscrire au cœur du tracé du Corridor culturel, un parcours de 2,3 km qui reliera divers lieux culturels et espaces verts du Vieux-Montréal au canal de Lachine en passant par Griffintown où est située l'École.

2021, l'année des grands aménagements extérieurs

La plupart des œuvres de la collection de l'ÉTS ont été réalisées dans le cadre de la Politique d'intégration des arts à l'architecture et à l'environnement des bâtiments et des sites gouvernementaux et publics, mieux connue comme le « programme du 1 % ». L'ajout d'un pavillon et la conversion de l'ex-Planétarium prévoient l'inclusion de deux œuvres. En amont de leur sélection, il a été décidé de les arrimer à la vision de l'École d'améliorer son milieu de vie. M. Pautel s'est ainsi entouré de collaborateurs de l'ÉTS (Mathieu Bergeron, responsable du Bureau de projet du pavillon F, et Julien-Pierre Lacombe, conseiller en développement durable) et de l'architecte Julie Morin, du cabinet Menkès Shooner Dagenais LeTourneux architectes, pour participer au jury de sélection des projets. Dès le départ, ils se sont entendus pour commander une œuvre extérieure de grande dimension, à l'horizontale pour occuper l'espace au sud de la Maison des étudiants. L'idée a été acceptée d'emblée et le projet soumis par le sculpteur Ludovic Boney a fait l'unanimité. L'œuvre *Réaction en chaîne*³, réalisée en aluminium et peinture thermoplaquée, aussi belle au niveau du sol que vue des hauteurs des pavillons voisins, a fait l'objet d'un aménagement paysager. En piétonnant la rue Murray voisine, cet espace a été rapidement adopté par la communauté de l'ÉTS et peut accueillir une programmation culturelle ouverte aux résidents du quartier.

Autoportraits à la place des Réflexions

À quelques centaines de mètres de là se trouve le Centech, l'incubateur universitaire d'entreprises qui conserve un peu de l'âme de l'ex-Planétarium; il y flotte

un parfum d'innovation et de collégialité peu commun. On voulait que l'œuvre choisie pour le parc attenant soit à la hauteur et Linda Covit a relevé ce défi avec *Autoportraits* (voir en page 60). L'œuvre est forte, dressée à la verticale et reflète toute l'énergie des lieux. Constituée de miroirs et striée d'un rouge discret, rappelant la couleur de l'ÉTS, elle est au cœur de la nouvelle place des Réflexions, un nom qui fait référence à la lumière des astres, aux réflexions et aux débats qui animent l'ÉTS et, bien sûr, aux miroirs d'*Autoportraits*.

Projets à venir

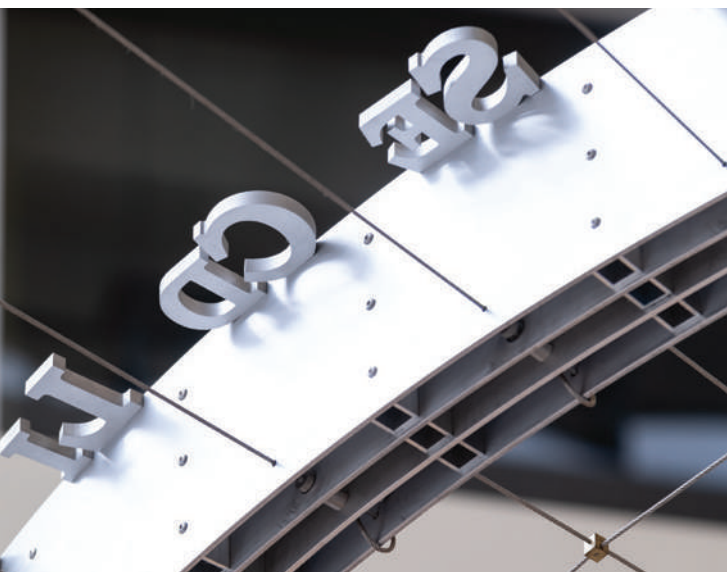
Sous l'égide de M. Pautel, l'ÉTS prépare un programme d'intégration des arts et de la culture qui vise à accroître la présence des arts et de la culture sur le campus, et notamment à développer les collaborations entre les artistes et les chercheurs et étudiants. Le programme fera la part belle aux arts technologiques, un domaine où l'ÉTS pourra se distinguer. On prépare aussi une réédition du catalogue des œuvres de la collection de l'ÉTS, enrichie d'une version en ligne incluant un parcours de découvertes des arts sur le campus. Il comprendra la sculpture *Antigon VII*⁴, don de l'artiste Liliana Berezowsky. Située à l'angle de grands murs vitrés de la Maison des étudiants, elle rappelle une aile cassée et symbolise à la fois le pouvoir de l'ingénierie qui permet à l'humanité de s'affranchir pour voler dans le ciel et la grande responsabilité qui incombe aux ingénieurs dans la conception et la réalisation de leurs œuvres.

1 etsmtl.ca/ETS/A-propos/developpement-campus-ets

2 etsmtl.ca/docs/ets/gouvernance/documents/developpement-durable-plan-daction

3 artpublicmontreal.ca/oeuvre/reaction-en-chaine/

4 artpublicmontreal.ca/oeuvre/antigon-vii/



↑ *Le Pendule de Foucault* de Robert Saucier, une oeuvre installée à l'ÉTS en 2007.

PRISME : des artistes à l'ÉTS

Les professionnels en génie règlent des problèmes, mais certains veulent aussi avoir un réel impact sur la collectivité, par leur engagement et leur créativité. C'est ce qu'encourage le programme PRISME¹, du Fonds de recherche du Québec : faire interagir les sciences et les arts.

Deux des quatre projets retenus ont été déposés par l'ÉTS :

- *Écriture chorégraphique pour essais robotiques et humains*
David St-Onge (ÉTS) et **Hélène Duval** (UQAM)
- *Expérience de médiation quantique grâce au béton augmenté : une démarche multidisciplinaire à l'intersection de la matière et du numérique durable*
Claudine Ouellet-Plamondon (ÉTS) et **Jean-Ambroise Vesac** (UQAT) ■

→ *Un objet qui nous reflète*, de Marc-Antoine Côté, une oeuvre de 2011 installée dans l'édifice INGO de l'ÉTS.

1 frq.gouv.qc.ca/quatre-recipientaires-pour-la-2e-edition-du-programme-pilote-prisme/

Accroître la présence des arts et de la culture sur le campus, développer les collaborations avec les artistes.



Guy Martial Ngowa Nzali

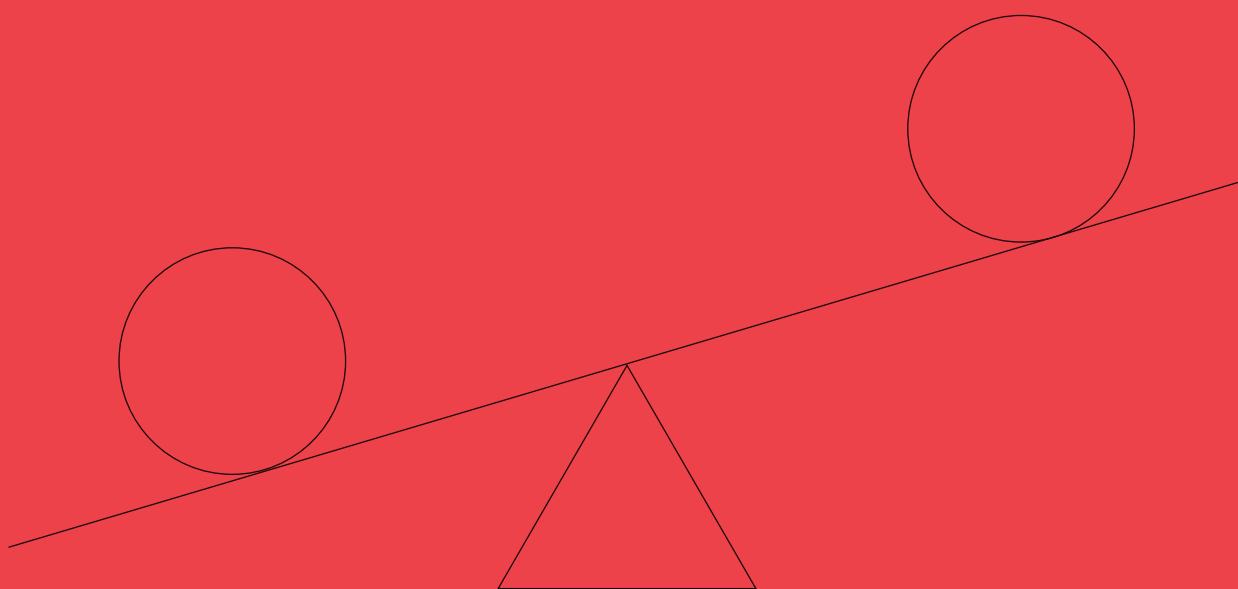


PAR RENÉE SENNEVILLE



AMBASSADEUR DE LA DIFFÉRENCE

« La vie, c'est comme une bicyclette. Il faut avancer pour ne pas perdre l'équilibre » (Albert Einstein). Guy Martial Nzali a dû trouver autre chose que la bicyclette pour avancer. Atteint de paralysie cérébrale à la naissance, le jeune ingénieur n'a jamais pu pratiquer ce sport. Cela ne l'a toutefois pas empêché d'avancer, à son rythme, tel un funambule qui cherche à maintenir son centre de gravité. Il a dû développer des compétences et des qualités que l'on peut attribuer aux funambules : l'endurance, des efforts physiques vigoureux et rigoureux, la créativité, une capacité d'adaptation, la concentration, la patience...



Diplômé de l'ÉTS en génie logiciel, Guy Martial est aujourd'hui ingénieur junior. Il a d'abord fait un passage d'une année à titre de développeur Web et de chef de l'accessibilité chez Génielab, qui fabrique des outils pédagogiques pour l'apprentissage des rudiments de la programmation, de l'électronique et de l'intelligence artificielle par les jeunes de 8 à 17 ans. Il travaille désormais chez Desjardins comme analyste fonctionnel. « Présentement, mon travail consiste à identifier et à rédiger des cas de tests à partir de documents fonctionnels. Éventuellement, je ferai la cueillette des besoins des utilisateurs et les transformerai en spécifications fonctionnelles ou non fonctionnelles. Je pourrais également contribuer à des projets qui touchent l'accessibilité. » Un environnement professionnel au carrefour de ses deux « mondes », le génie logiciel et l'accessibilité.

Il avait 12 ans lorsqu'il a réussi à marcher sans trébucher. Il lui a fallu beaucoup de temps pour venir à bout de nombreuses difficultés. Elles demeurent nombreuses, mais elles se sont atténuées. Guy Martial a aujourd'hui l'allure d'un joueur de basketball, dont le handicap n'est pas apparent à première vue. Son sourire l'est, en revanche. Et contagieux.

Il se dit « en situation de handicap », et même fier de l'être. « Mon intelligence est vive, mais mon élocution n'est pas parfaite, et ma saisie à l'ordinateur est ralentie à cause de mes problèmes de coordination. J'ai rencontré énormément de gens qui me pensaient lent d'esprit. J'ai rarement abordé le sujet avec eux, de peur qu'ils pensent que j'allais leur garder rancune. Ma mère a travaillé fort pour faire comprendre à mon entourage que mon handicap était physique et non intellectuel. »

« Le jour où mon père m'a accompagné du Cameroun jusqu'à Montréal pour que j'entreprene mes études à l'ÉTS, j'ai compris plus que jamais que lui aussi croyait en mes possibilités. » C'était le 8 août 2013, un grand jour pour le jeune étudiant qu'il était.

« J'ai ressenti pendant longtemps qu'on pensait que je ne pouvais rien apporter à la société. » Son parcours scolaire a été ponctué d'obstacles, de recommencements, de stigmatisation, de frustration et de rejets, mais aussi de réussites grâce à ses parents, notamment sa mère qui a renoncé à la carrière en droit des affaires qu'elle envisageait pour devenir psychomotricienne. Celle-ci met aujourd'hui à contribution son expertise acquise tout au long du cheminement de son fils dans la Fondation Guy Martial, qu'elle a créée, et une école accueillant des enfants aux prises avec l'autisme, la trisomie et la paralysie cérébrale. Son fils compte bien s'engager auprès de cette fondation et faire rayonner ses activités au-delà de l'école, au Cameroun ou ailleurs.

On a beaucoup écrit sur lui, pour souligner sa résilience, sa persévérance, son courage. Pas étonnant qu'il ait été nommé Ambassadeur ÉTS 2022 dans la catégorie Relève! Il est une inspiration pour beaucoup de gens, ayant réussi ses études de génie logiciel à l'ÉTS malgré sa paralysie cérébrale, en s'exilant seul à Montréal, loin de ses racines. « Je reçois beaucoup d'appréciation et je me pose souvent la question : Est-ce que je serai capable de répondre aux attentes des gens qui me regardent ? Ça me fait un peu peur », explique-t-il. « Je crains également d'être sous-employé. C'est à moi maintenant de faire ma place et de prouver ce dont je suis capable. Mon challenge a toujours été de montrer qu'on peut être comme tout le monde. Il suffit d'avoir les bonnes ressources. »

Guy Martial les a eues, ces ressources. L'équipe de soutien à la réussite, les enseignants et le personnel de l'ÉTS ont joué un rôle fondamental dans sa réussite universitaire et il leur sera éternellement reconnaissant. « À l'ÉTS, il est facile de se rapprocher des gens et des enseignants, et c'est précieux », souligne-t-il.

L'excellence exclusive

Poète à ses heures, il aime s'exprimer sur la différence. « Une seule vision ne saurait équilibrer le monde », écrit-il. Des mots qui rejoignent tout à fait la notion d'« excellence inclusive » dont on parle tant de nos jours dans les milieux scientifiques. Il est vrai qu'une équipe diversifiée tire profit d'idées et de points de vue différents, ce qui lui permet de trouver des solutions souvent inédites. La contribution enrichissante de Guy Martiel Nzali s'inscrit tout à fait dans ce nouveau courant. ■

« Une seule vision ne saurait équilibrer le monde »

— GUY MARTIAL NGOWA NZALI



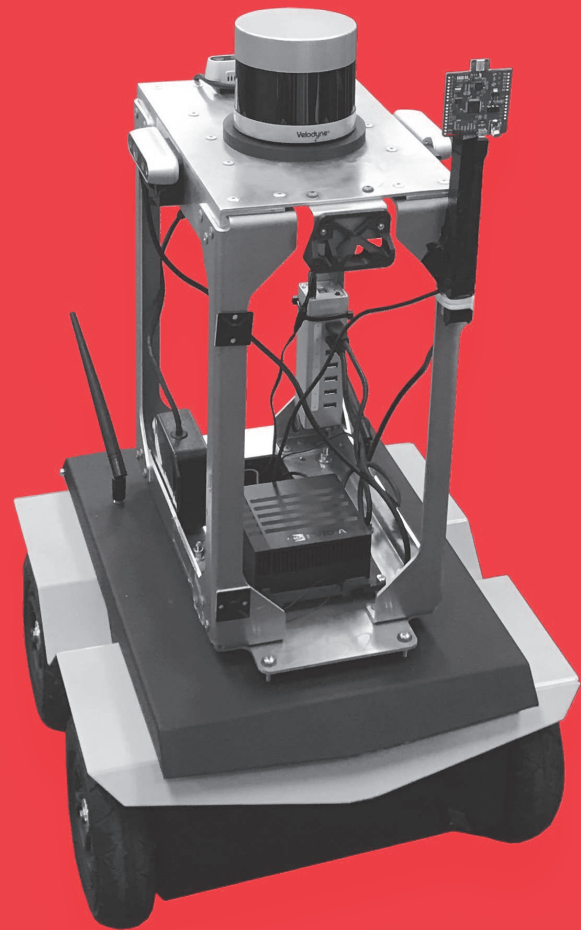
**LE BIM
AU CŒUR DE LA
TRANSFORMATION
NUMÉRIQUE DE
LA CONSTRUCTION**

Ivanka Iordanova



PAR ANNE-MARIE TREMBLAY - 37^e AVENUE

Si le Building Information Modeling (BIM) offre la possibilité de construire virtuellement des bâtiments, cette méthode collaborative de travail pousse l'innovation encore plus loin. C'est ce que pense Ivanka Iordanova, professeure au Département de génie de la construction, qui en explore les différentes avenues.



↑ **Ivanka Iordanova** et son collègue **Ali Motamedi**, du Département de génie de la construction.

↑ Alimenté grâce à l'intelligence artificielle et aux objets connectés, le "rover" pourrait devenir un véritable chien de garde sur les chantiers en décelant les risques pour la sécurité des travailleurs et travailleuses et en surveillant la qualité des installations.

Le BIM est la clé de voûte rendant possible la connexion du réel au virtuel dans l'industrie de la construction.

— IVANKA IORDANOVA

Adopté progressivement par l'industrie depuis plus d'une dizaine d'années, le BIM permet de créer des maquettes virtuelles en trois dimensions très détaillées, alimentées par une multitude d'informations comme les coûts ou la durée des travaux. « Avec cette technologie, il est aussi possible de simuler de nombreux aspects de la performance d'un bâtiment, telle sa performance écoénergétique ou fonctionnelle, et de visualiser l'échéancier pour déterminer quelles méthodes seront les plus efficaces », explique Ivanka Iordanova. Tous les participants au projet peuvent avoir accès à cette base de données, y contribuer et en extraire les informations nécessaires à leur travail.

Mais surtout, le BIM constitue la clé de voûte rendant possible la connexion du réel au virtuel et ouvre la voie à plusieurs autres innovations, par exemple le jumeau numérique, la gestion de l'information pendant le cycle de vie d'un bâtiment, l'automatisation de processus, et l'utilisation de la réalité virtuelle et augmentée ainsi que de l'intelligence artificielle, explique la chercheuse active au sein du Groupe de recherche en intégration et développement durable en environnement bâti (GRIDD).

L'intelligence artificielle sur le chantier de construction

En plus de travailler avec ses collègues du GRIDD, Ivanka Iordanova collabore avec un professeur de génie mécanique à la conception d'un système semi-autonome pour le suivi de l'avancement au chantier. Ce 'rover' – robot autonome sur quatre roues – muni de capteurs prend des photos et des mesures (nuages de points en 3D) de façon automatisée. « À l'aide d'algorithmes, il sera ensuite possible de vérifier l'avancement des travaux par rapport à ce qui était prévu, en comparant le réel et le modèle du BIM. »

En plus de programmer le cerveau du robot à bien analyser le « nuage de points » permettant de dresser l'état des lieux, l'équipe cherche les meilleurs moyens de communiquer ces informations aux personnes clés sur le chantier. « Les contremaîtres, les gérants de projets ou les chefs d'entreprise ont tous des besoins différents. » L'équipe prévoit donc concevoir des tableaux de bord simplifiés pour les aider à prendre des décisions éclairées.

Alimenté grâce à l'intelligence artificielle et aux objets connectés, le robot pourrait devenir un véritable chien de garde sur les chantiers, en décelant les risques pour la sécurité des travailleurs et travailleuses et en surveillant la qualité des installations.

Améliorer la productivité et les conditions de travail

La chercheuse s'intéresse aussi au potentiel d'industrialisation de la construction par la fabrication numérique et à la construction

hors site (CHS). La CHS permet de fabriquer en usine certaines parties d'un bâtiment ou son infrastructure et de les assembler ensuite sur le chantier. « Par exemple, des murs préfabriqués pourraient déjà contenir fils, prises électriques ou conduits de plomberie. Même si c'est encore assez marginal, on peut aussi préfabriquer des noyaux de services, comme une salle de bain complète, une cuisine, avec évier, plomberie, etc. », dit-elle.

Cette méthode repose sur le BIM, qui permet de concevoir et de prévoir les étapes de construction dans leurs moindres détails et assure ainsi le parfait assemblage des différents éléments. Une innovation qui offre beaucoup d'avantages puisqu'elle minimise les risques d'erreurs, augmente la rapidité d'exécution et diminue le risque d'accidents, ajoute la chercheuse. « C'est aussi une avenue intéressante dans un contexte de rareté de main-d'œuvre. »

Avec ses étudiants, Ivanka Iordanova a analysé différents projets menés au Québec pour en faire ressortir les conditions de succès ou d'échecs. Ce qui l'amène à conclure que l'une des clés de la réussite réside, entre autres, dans la circulation des informations. « Avec la CHS, le cycle de construction est différent. Les concepteurs ont besoin des données de fabrication et d'assemblage au tout début du projet », explique-t-elle. La professeure travaille justement à un projet de plateforme numérique de partage de l'information qui assurera le pont entre concepteurs, fabricants et constructeurs. À plus long terme, elle s'intéresse aussi à la fabrication additive robotique, une approche qui permet une grande liberté architecturale, en plus d'optimiser l'utilisation des matériaux.

Plus écologique

Le BIM – et les innovations qui s'y connectent – facilite aussi d'importantes avancées en matière de développement durable. Par exemple, « en se basant sur les données climatiques locales, on peut comparer plusieurs types de toiture en fonction des coûts et de la performance écoénergétique, cite-t-elle. On peut aussi calculer l'empreinte carbone de chacun des matériaux. » Cela permet de réfléchir à toutes les étapes du cycle de vie du bâtiment, de sa conception à sa déconstruction.

Le virage technologique offre de multiples avantages non seulement en matière de productivité, mais aussi de qualité du cadre bâti et de l'environnement. Une révolution qui transformera durablement le secteur de la construction et à laquelle l'ÉTS compte bien prendre une part active. ■



H
O
E
T
Z
E
C
U
A
W
É
Z

H
O
E
T
Z
E
C
U
A
W
É
Z

H
O
E
T
Z
E
C
U
A
W
É
Z

H
O
E
T
Z
E
C
U
A
W
É
Z

H
O
E
T
Z
E
C
U
A
W
É
Z

H
O
E
T
Z
E
C
U
A
W
É
Z

**H
O
E
T
Z
E
C
U
A
W
É
Z**

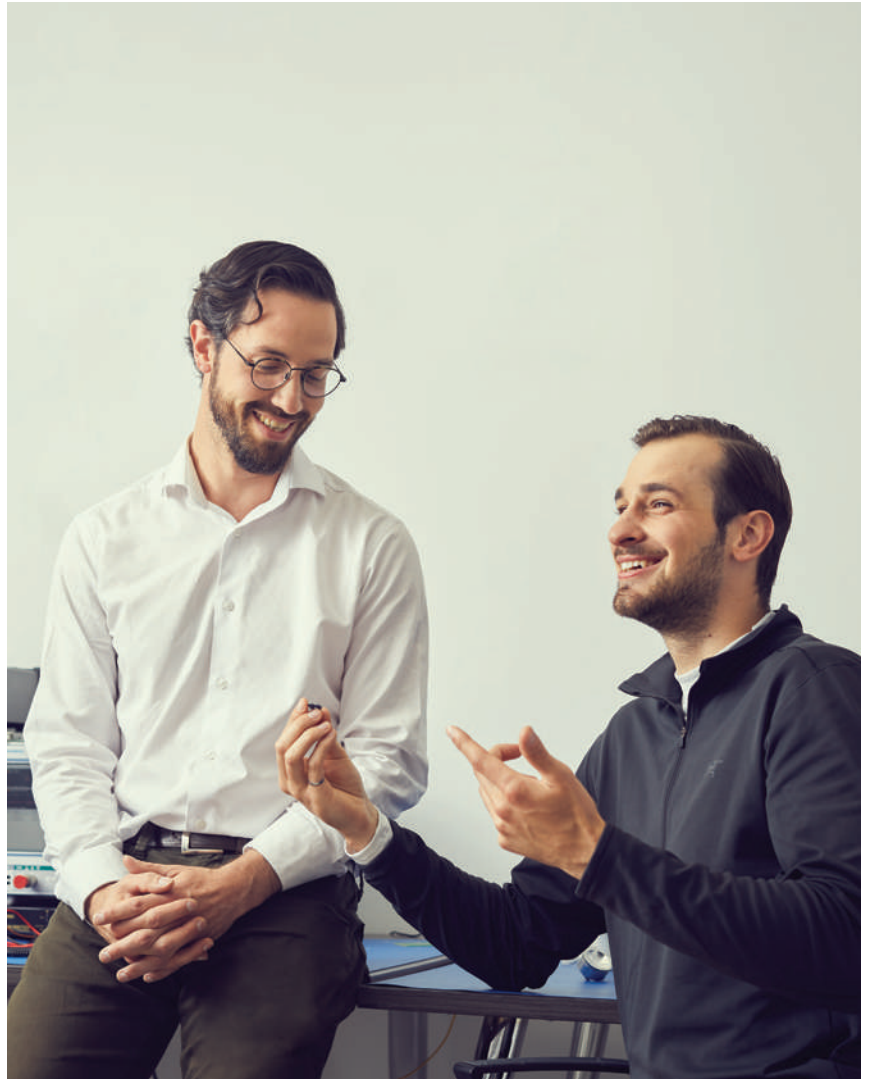


STATERA MEDICAL


Une prothèse d'épaule connectée
prête à révolutionner le marché

→ Les cofondateurs de Statera Medical
Frédéric Plourde et **Samuel Bourdon**

 BACCALAURÉAT EN
GÉNIE MÉCANIQUE



PAR SYLVIE LEMIEUX - 37^e AVENUE

 Assemblage des composantes
électroniques internes de la
prothèse connectée de Statera.

Les bonnes nouvelles s'accumulent pour Statera Medical, une jeune pousse du programme Propulsion du Centech, qui a mis au point une prothèse orthopédique de nouvelle génération – nommée Goldilocks – pour les personnes ayant besoin d'un remplacement total du joint de l'épaule.

Au printemps dernier, elle a reçu la désignation Breakthrough Device de la Food and Drug Administration (FDA), aux États-Unis, accordée aux nouveaux dispositifs médicaux à valeur ajoutée ayant le potentiel d'offrir un traitement plus efficace que ceux déjà existants. Cette désignation lui permet d'intégrer un programme visant à accélérer le développement et l'examen de sa prothèse et ainsi d'accéder plus rapidement au marché.

« C'est un programme très contingenté. Seuls 70 dispositifs médicaux, en orthopédie, ont été désignés Breakthrough Devices depuis le lancement du programme en 2018. On était impatients de recevoir cette nouvelle qui marque un tournant pour l'entreprise », explique son cofondateur et président-directeur général, Frédéric Plourde.

Au cours de l'été 2022, l'entreprise arrivait au terme d'une ronde de financement « Seed Round » à hauteur de 5 millions de dollars visant à déployer son implant connecté, le premier au monde, sur le marché.

En 2021, son associé et chef de produit, Samuel Bourdon, et lui-même ont reçu le premier prix de 100 000 \$ du concours des Bourses Pierre-Péladeau. Un montant qui leur a permis de terminer le prototype de l'implant et d'entamer le processus d'homologation auprès de Santé Canada et de la FDA qui a finalement porté fruit.

Une prothèse connectée

Qu'a de si particulier leur prothèse Goldilocks ? « Elle remplace l'articulation au complet pour reproduire le fonctionnement de l'épaule lorsque l'articulation naturelle ne fonctionne plus, explique Frédéric Plourde. Elle est munie d'un implant connecté pouvant communiquer de l'information au chirurgien, qui peut ainsi savoir si la prothèse est bien positionnée. On a aussi amélioré la procédure chirurgicale, qui est moins invasive. Lorsque des ajustements sont nécessaires, le patient n'a pas à retourner sur la table d'opération. Cela peut se faire dans le bureau du médecin grâce à une petite incision dans l'épaule sous anesthésie locale. »

C'est au cours de son projet de fin d'études du baccalauréat en génie mécanique à l'ÉTS qu'il a élaboré le concept de la prothèse avec Samuel Bourdon, qui était alors étudiant à la maîtrise en génie biomédical à Polytechnique. Réalisant le grand potentiel commercial de leur invention, ils ont fondé Statera Medical à l'automne 2020.

Selon Frédéric Plourde, il y a annuellement 170 000 personnes en Amérique du Nord qui souffrent d'arthrose ou de déchirures musculaires et ont besoin d'une prothèse d'épaule. Parce que les prothèses actuellement sur le marché ont une durée de vie limitée et contraignent la mobilité des patientes et patients, ces derniers sont rarement opérés avant l'âge de 70 ans. Cela signifie qu'ils endurent des douleurs intenses pendant des années, en plus de subir une perte de mobilité et de qualité de vie. Le jeune entrepreneur est lui-même témoin de cette situation fort handicapante puisque son père, âgé de 60 ans, souffre d'arthrose dans l'épaule depuis des années, et est en attente d'une intervention chirurgicale.

De stagiaire à membre de l'équipe

Statera Medical occupe plusieurs espaces au sein du Centech. C'est que la *startup* grandit plus rapidement que prévu. En plus de quelques bureaux, qui accueillent ses 15 employés, elle est aussi dotée d'un atelier d'usinage équipé de plusieurs machines, dont un tour et une fraiseuse CNC, qui sert à la production des pièces métalliques de la prothèse. « On a choisi de conserver la fabrication à l'interne pour un meilleur contrôle de la qualité et diminuer les délais de production. Cela nous permet aussi de diviser par 10 le coût de production de chaque pièce », précise Frédéric Plourde.

Statera Medical compte aujourd'hui une quinzaine d'employés et employées, soit le double de l'an dernier. Depuis 2021, elle a accueilli quatre stagiaires de l'ÉTS, dont trois sont devenus des membres de l'équipe à temps plein. C'est Samuel Bourdon qui est chargé du suivi et de l'évaluation des stagiaires. « La complexité de notre produit fait en sorte qu'on a besoin de plusieurs expertises en génie logiciel, en génie électrique, en génie mécanique et en ingénierie médicale, explique Frédéric Plourde. C'est intéressant pour une *startup* de pouvoir compter sur des stagiaires. L'ÉTS est un excellent bassin de recrutement. »

D'ici la fin de l'année, Statera Medical vivra une autre grande étape de sa jeune existence : déménager dans un nouvel emplacement puisque son parcours au Centech s'achèvera en décembre. Frédéric Plourde retire beaucoup de son passage au sein de l'accélérateur.

« On a eu accès à plusieurs experts de l'industrie, qui nous ont aidés à réaliser notre plan stratégique et à mieux comprendre les besoins du marché. Le Centech est réputé à l'international : ça ouvre des portes. On a pu établir un bon réseau de contacts auprès de chirurgiens orthopédistes d'ici et de l'étranger. » Ils ont même trouvé un troisième associé, le docteur Moreno Morelli, du Centre hospitalier de St. Mary, à Montréal, qui agit à titre de médecin en chef.

Statera Medical a commencé ses essais précliniques sur des spécimens cadavériques en vue d'une validation scientifique. Les premières implantations sur des humains vivants devraient être faites au début de 2024. Il n'est pas question pour Frédéric Plourde et ses associés de s'arrêter là. « On a déjà des prototypes pour une prothèse de genou et une prothèse de cheville connectée et personnalisable. »

Statera Medical n'a donc pas fini de faire parler d'elle! ■

« On a déjà des prototypes pour une prothèse de genou et une prothèse de cheville connectée et personnalisable. »

— **FRÉDÉRIK PLOURDE**, PRÉSIDENT-DIRECTEUR GÉNÉRAL DE STATERA MEDICAL



↑ L'application mobile de Statera pour le suivi post-opératoire des patients et patientes ayant reçu l'implant connecté.

DITCH LABS : ÉCRASER, POUR DE BON



Premier prix du jury du concours de l'Acfas Génies en affaires 2022, Prix Forces Avenir 2021 ; depuis deux ans, Ditch Labs, une jeune pousse émergeant de l'ÉTS, se fait remarquer. Son objectif ? Mettre l'intelligence artificielle au service des personnes qui veulent arrêter de fumer.



L'intelligence artificielle proposée par Ditch Labs permettra de reconnaître entre autres les patterns de rechute et d'ajuster le traitement en conséquence.

À la fin de 2019, Olivier Bourbonnais, étudiant en génie logiciel à l'ÉTS, prend un café avec Laurent Laferrière. Les deux s'étaient rencontrés lors d'une autre aventure entrepreneuriale. « Laurent a eu l'idée : et si on réglait le problème du tabagisme dans le monde, la principale cause évitable de maladies non transmissibles ? », raconte Olivier.

Ils décident alors de concevoir un véritable outil d'aide à la cessation du tabagisme mettant à profit l'intelligence artificielle. Depuis son arrivée à l'ÉTS, Olivier a touché à plusieurs projets d'affaires : « Je voulais vraiment étudier à l'ÉTS. J'y ai rencontré des gens vraiment *cool* qui avaient des idées, et j'ai eu la piqûre de l'entrepreneuriat ».

Grand parcours d'une petite entreprise

En 2019 naissait donc Ditch Labs, la jeune pousse derrière le DitchPen. Titulaire d'un baccalauréat en commerce, Laurent Laferrière en devient le PDG, et s'occupe de l'aspect marketing, business et vente de l'entreprise. Olivier Bourbonnais prend le poste de chef de la technologie et s'occupe de bâtir l'équipe d'ingénierie, de même que de la conception, de la fabrication, de la distribution du produit, du *software* et *hardware*. « Notre complémentarité est parfaite ! », remarque Olivier.

En 2020, la *startup* intègre (à distance) le Centech, l'incubateur d'entreprises de l'ÉTS. Les deux fondateurs se font accompagner par des mentors, qui les appuient dans la construction de l'entreprise, sans compter le financement associé, qui donne un solide coup de pouce à la jeune entreprise. « C'est vraiment un bain : on rencontre des mentors, et d'autres entrepreneurs avec qui on peut échanger », raconte Olivier.

L'encadrement du Centech et les réunions régulières avec l'équipe ont permis aux entrepreneurs de suivre leur feuille de route. De quatre employés, Ditch Labs est passée à 15 en deux ans, incluant plusieurs stagiaires. Une large partie de l'équipe travaille en recherche (sur la dépendance, la psychologie, etc.). Ditch Labs a notamment embauché la psychologue Christelle Luce au poste de directrice de la recherche en septembre 2020.

Une véritable aide à la cessation de fumer

Même si des fumeurs et fumeuses réussissent à contrer le tabagisme avec les cigarettes électroniques, l'efficacité de celles-ci n'est pas prouvée et on constate même que leur usage crée une dépendance chez certaines personnes. Le DitchPen, lui, est un vaporisateur connecté de nicotine sous prescription. « L'innovation, c'est de diminuer la quantité de nicotine automatiquement au fur et à mesure du programme de cessation de fumer », explique Olivier.

L'utilisateur ou l'utilisatrice remplit d'abord un questionnaire sur l'application mobile de Ditch Labs, laquelle bâtit une courbe de cessation et un programme adapté. Comme arrêter de fumer comporte aussi des composantes psychologiques importantes, l'application agit comme soutien motivationnel, en conseillant la personne et en lui suggérant des exercices.

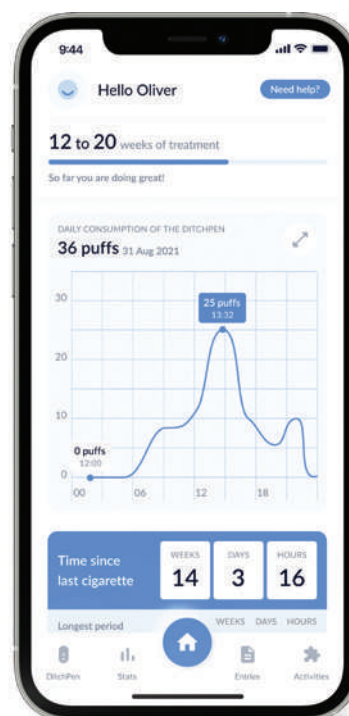
L'intelligence artificielle proposée par Ditch Labs permettra de reconnaître entre autres les patterns de rechute et d'ajuster le traitement en conséquence. « Le DitchPen est muni d'un capteur de bouffée, qui détecte si les bouffées sont superficielles, ou profondes et fortes, ce qui signale un *craving* », note Olivier. « Et on sait que la personnalisation augmente le succès du traitement », ajoute-t-il. Le produit pourrait donner des doses de nicotine ou des doses placebo, sans nicotine.

Du concept au produit

La première ronde de financement, qui a totalisé presque 2 millions de dollars, a permis à Ditch Labs de développer le produit et de bâtir l'équipe. La deuxième phase de financement devrait se terminer cet automne, et permettre de compléter les nombreuses étapes que requiert la commercialisation d'un appareil médical. Les prochains mois serviront à peaufiner l'appareil, pour entre autres s'assurer de l'exactitude des quantités de nicotine distribuées.

Le produit alpha est en ce moment dans les laboratoires du CRIQ (Centre de recherche industrielle du Québec), pour les études précliniques qui analysent la composition de l'aérosol et ses sous-produits, et la non-toxicité du produit inhalé. Les études cliniques (pharmacologie, efficacité et sécurité sur les humains) suivront ensuite. « On veut passer du produit aux études cliniques, aux discussions avec la FDA (la Food and Drug Administration américaine), et rendre le produit manufacturable », explique Olivier, qui travaille depuis deux ans à temps plein dans l'entreprise.

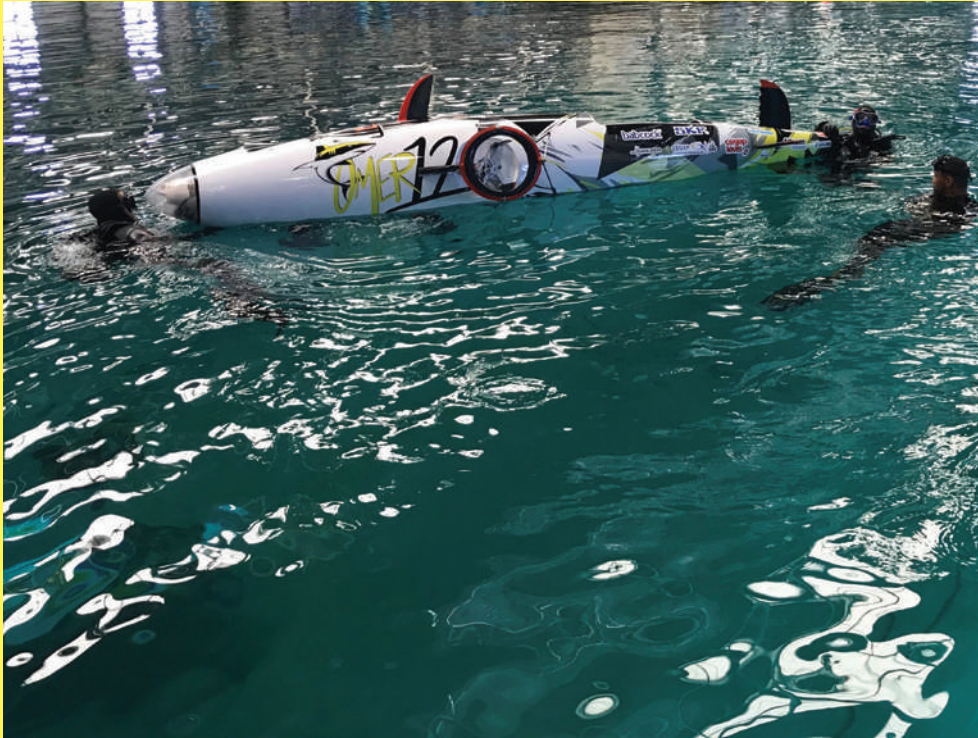
Sans l'ÉTS, qui sait le chemin que celui-ci aurait pris ? « Si je n'avais pas pris la décision atypique pour un étudiant en sciences nature d'aller à l'ÉTS, je ne serais probablement jamais devenu entrepreneur », conclut Olivier Bourbonnais, qui rêve de changer les choses et, avec son partenaire, de créer une innovation qui pourrait permettre à des millions de personnes d'arrêter de fumer... pour de bon! ■





↑ Les membres du club du sous-marin Omer usinent eux-mêmes certaines pièces de leur prototype à partir de brutes en métal.

INNOVATIONS



DES CLUBS

ÉTUDIANTS

↑ Le sous-marin à propulsion humaine Omer en juillet 2022 dans le bassin de compétition à Gosport, en Angleterre.

Retour des clubs en compétition

OMER REMPORTE LE PARI DE L'INNOVATION EN ANGLETERRE

PAR OLIVIER AUDET



← **Camille Morin**, la capitaine du club du sous-marin à propulsion humaine Omer.

Absents des sites de compétitions depuis près de deux ans en raison de la pandémie, les étudiantes et les étudiants faisant partie des clubs scientifiques de l'École se préparaient activement au printemps à leur retour aux compétitions. La capitaine du club Omer, Camille Morin, est bien placée pour expliquer le chemin parcouru par son équipe et pour préciser les derniers développements apportés au sous-marin biplace Omer 12.

Un sous-marin à propulsion humaine

Chef de file dans son domaine qui fête cette année ses 30 ans, le club Omer conçoit des sous-marins à propulsion humaine. Un sous-marin est dit à propulsion humaine lorsque sa seule source d'énergie provient de l'effort physique du ou des pilotes. Il est donc, par définition, interdit d'utiliser un quelconque système permettant d'accumuler ou de générer de l'énergie. L'habitacle n'étant pas étanche, les pilotes du sous-marin doivent porter des équipements de plongée sous-marine. De plus, afin de diversifier les défis, le club Omer alterne la conception de ses sous-marins dans les quatre catégories que l'on retrouve dans les grandes compétitions universitaires : monoplace à hélice, monoplace sans hélice, biplace à hélice et biplace sans hélice.

Omer 11

Leur avant-dernière compétition remonte à 2019, alors qu'Omer 11 avait été le plus rapide. Ce prototype était lui-même très innovant, puisqu'il était qualifié d'hybride, sa transmission étant démontable dans le but de pouvoir prendre part aux catégories avec et sans hélice : une première en compétition ! Gracieuseté du club Omer de l'ÉTS !

Omer 12

Le dernier-né de la série est biplace et mesure près de 16 pieds de longueur. Il est doté d'une transmission Voith Schneider, une technologie dont sont équipés les remorqueurs qui déplacent les bateaux dans les ports. Ce système est constitué d'un ensemble de 4 à 6 pales verticales orientables, en rotation sous la coque du bateau. Le fonctionnement des pales est comparable à celui d'ailes d'avion verticales : elles sont placées en permanence de façon à générer ensemble une poussée dans le sens d'avancement voulu. Ce système permet de développer très rapidement une poussée dans une direction quelconque, ce qui explique la grande maniabilité des bateaux qui en sont pourvus. Omer 12 est équipé d'une version modifiée à 3 pales de ce système, installé de chaque côté du sous-marin.

L'équipe de l'ÉTS est la toute première à utiliser une telle transmission lors des compétitions. Une transmission qui a d'ailleurs été développée par d'anciens membres du club dans le cadre d'un Projet de fin d'études (PFE), sous la supervision des professeurs Christian Belleau et Simon Joncas, du Bureau de soutien au développement des clubs étudiants scientifiques (BSD) (voir l'article sur le Bureau en page 58). Les membres d'Omer n'en sont pas à leur première innovation au fil des ans, comme en font foi les nombreuses reconnaissances et la douzaine de records du monde de vitesse obtenus ces 30 dernières années.

Interrogée sur une application éventuelle des innovations de leurs sous-marins dans la vie de tous les jours, la capitaine Camille Morin demeure réaliste. « Ce n'est vraiment pas tout le monde qui utilise un sous-marin à propulsion humaine dans ses temps libres, mais Omer 6 a déjà été prêté à un Européen qui l'avait utilisé pour parcourir 25 km dans l'océan. Ce dernier avait ainsi reproduit la dernière étape du fantastique voyage d'Ulysse lors de son retour de la guerre de Troie vers la Grèce ! »

L'appui du BSD

Le club a pu compter sur le support très apprécié du BSD au cours de la dernière année dans la réalisation d'Omer 12. Un projet de fin d'études a aussi permis de mettre sur pied un banc de tests servant à l'entraînement des pilotes-pédaleurs afin de mesurer la puissance développée et de reproduire l'environnement de la compétition sous l'eau.

Direction l'Angleterre

Une délégation de 14 personnes a donc pris le chemin de Gosport, en Angleterre, du 4 au 16 juillet dernier afin de prendre part à la compétition eISR 2022, au QinetiQ's Ocean Basin Testing Facility. Cette édition européenne de la course est de type agilité et endurance. Le parcours consiste en une ligne droite d'environ 80 mètres où une vitesse instantanée est mesurée entre 42 et 55 mètres. Cette ligne droite est suivie d'un virage à 180 degrés sur un rayon d'environ 25 mètres. La course se termine par un slalom dont la difficulté croît au cours de la compétition. La longueur totale de la course est d'environ 175 mètres. Les juges accordent des points pour la quantité de courses complétées, les meilleures vitesses et le nombre de bris. Le pointage attribué à chacune des équipes tient compte des performances sur le parcours, en plus des points accordés pour le rapport et la présentation.

Cette année, c'est sa transmission innovante qui a valu au club Omer le BMT Award for Innovation, soit le prix qu'il convoitait le plus ! Avec tout le travail accompli en amont, l'équipe a bien mérité cette nouvelle distinction. ■

L'équipe de l'ÉTS est la première à utiliser une transmission Voith Schneider lors des compétitions étudiantes.

CRÉATION DU BUREAU DE SOUTIEN AU DÉVELOPPEMENT DES CLUBS ÉTUDIANTS SCIENTIFIQUES

PAR **OLIVIER AUDET**



← Les professeurs **Simon Joncas** et **Christian Belleau**, en compagnie de **Robert Lemieux**, ex-directeur des Services à la vie étudiante.

Officiellement en fonction depuis environ un an, le Bureau de soutien au développement des clubs étudiants scientifiques (BSD) n'a pas chômé depuis ce temps. On le sait, la pandémie a eu une foule de répercussions. Notamment, pour les clubs étudiants, des cassures dans la passation des pouvoirs, des façons de faire et du transfert de connaissances entre les anciens et les nouveaux membres.

Le BSD est sous la gouverne de l'ancien directeur des Services à la vie étudiante Robert Lemieux, qui a toujours eu à cœur les clubs et leur potentiel à favoriser la persévérance, à compléter la formation des étudiants. C'est d'ailleurs à son initiative et à celle des professeurs Simon Joncas, du Département de génie des systèmes, et Christian Belleau, du Département de génie mécanique, que ce bureau a vu le jour. « Situé au pavillon D, directement dans l'environnement des clubs, le BSD offre des activités et des services sous deux principaux axes : le soutien à l'innovation technologique et le développement du sens du leadership bienveillant auprès des membres des clubs. Nous pouvons ainsi soutenir et accroître le développement technologique des clubs et leur permettre de développer également des aptitudes qui leur serviront toute leur vie », a expliqué Robert Lemieux.

Le soutien à l'innovation technologique

Ce premier axe, pris en charge par les professeurs Belleau et Joncas, touche tous les aspects reliés à la conception, au design, à la fabrication, au choix des matériaux et à la réalisation des prototypes des clubs. Ils suggèrent des solutions en mettant à profit leurs connaissances, leurs contacts ainsi que leur propre expérience acquise à titre de membres actifs de clubs lors de leurs études à l'École. Leur engagement dans l'attribution des budgets aux clubs depuis une dizaine d'années s'ajoute à leurs connaissances techniques.

« Christian et moi avons toujours supporté les clubs. Au sein du BSD, nous pouvons maintenant le faire de façon plus soutenue pour les aider à contourner les obstacles qu'ils rencontrent dans leurs activités quotidiennes », a précisé Simon Joncas.

La proximité avec les membres des clubs

L'étroite relation des deux professeurs avec ces derniers leur permet d'en apprendre plus sur les intérêts de chacun et chacune et d'agir à titre d'intermédiaire entre leurs collègues à la recherche d'étudiants et d'étudiantes pour des projets spéciaux, de fin d'études ou de maîtrise.

« L'engagement dans un club étudiant se fait sur une base volontaire. Nous cherchons des façons de valoriser les travaux des clubs dans leur cursus universitaire, afin de mettre en lumière tout le travail accompli », a ajouté Christian Belleau. Les activités de formation de l'axe du développement du sens du leadership bienveillant sont en cours d'élaboration et consisteront à offrir notamment aux membres des clubs des activités de groupe de codéveloppement étudiant autonome en leadership, un programme court de formation intitulé « parcours en leadership en contexte d'innovation », une formation sur l'amélioration de la performance du travail d'équipe dans les clubs et un programme de mentorat.

L'installation des clubs au pavillon D

« Le déménagement des clubs en 2019 a changé la dynamique. Le fait que la régie des clubs, le BSD, les locaux des clubs et les ateliers soient maintenant tous regroupés au D a eu pour effet d'établir de nombreuses synergies entre les divers membres des clubs. Il y a plus de collaboration, d'entraide et d'interrelations parce que les clubs se côtoient régulièrement et qu'ils partagent des locaux selon leurs intérêts technologiques », affirme le responsable des clubs scientifiques et technologiques David Morgan.

Outre les locaux et les ateliers qui leur sont réservés, les adeptes des clubs partagent aussi des aires communes qui comptent notamment four à composite, machine à commande numérique, cuisinette, salle à manger, salle de repos, studio d'animation 3D, salle de peinture, atelier de robotique, etc. En termes de superficie et d'équipements consacrés à ses clubs, l'ÉTS fait figure de leader à ce chapitre en Amérique du Nord.

Une initiative qui porte déjà ses fruits

Depuis l'été 2021, quelque 80 interventions ont été réalisées par les deux professeurs auprès des clubs. Le mot se passe, la relation s'établit et les projets avancent. Cette aide est la bienvenue, d'autant plus que le taux des nouveaux venus dans les clubs dépassait les 50 % à l'automne 2021. Et comme plusieurs membres ont obtenu leur diplôme et quitté l'ÉTS durant la pandémie sans avoir pu transmettre le savoir interne de leur club, toute aide est salutaire.

Les clubs étudiants sont une communauté regroupant des étudiantes et des étudiants unis dans la réalisation d'un projet d'équipe en vue de compétitions souvent internationales où les équipes de l'ÉTS se classent fréquemment parmi les meilleures. Le BSD représente à coup sûr une condition gagnante dans l'atteinte des plus hauts sommets! ■

Les personnes intéressées à devenir mentors des membres des clubs ou à soutenir financièrement les activités de formation sont invitées à communiquer avec Robert Lemieux à robert.lemieux@etsmtl.ca.



↑ L'oeuvre *Autoportraits*, de Linda Covit, a été installée dans l'un des parcs du campus de l'ÉTS en 2021.

