

The background of the cover is a photograph of a mountainous landscape, likely in the Alps or Pyrenees. The scene is dominated by dark, rocky terrain with patches of snow. In the lower center, a hiker is visible, standing on a rocky outcrop and looking towards the mountains. The sky is a deep, dark blue, suggesting a twilight or dawn setting. The overall color palette is monochromatic, using various shades of blue and teal.

PLAN STRATÉGIQUE DE LA RECHERCHE

FAIRE DE LA RECHERCHE AUTREMENT

2022/2027





TABLE DES MATIÈRES

04 MESSAGE D'INTRODUCTION
Nous voulons servir le bien commun

07 FAIRE DE LA RECHERCHE AUTREMENT

10 OBJECTIFS

12 DÉVELOPPEMENT DURABLE ET ÉCONOMIE CIRCULAIRE
Nous cherchons à créer un monde meilleur

14 LES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE
Nous nous donnons les moyens de nos ambitions

16 ENTREPRENEURIAT
Nous cultivons l'audace

18 ORIENTATIONS STRATÉGIQUES DE LA RECHERCHE

20 DOMAINES STRATÉGIQUES DE RECHERCHE

26 ÉQUITÉ, DIVERSITÉ ET INCLUSION
Nous croyons aux perspectives diversifiées

28 MESURER NOS SUCCÈS

31 POUR CONCLURE

33 ANNEXES

34 ANNEXE 1
Processus consultatif

35 ANNEXE 2
Prise en compte de l'ÉDI dans la vision et les priorités de l'ÉTS en recherche

37 ANNEXE 3
Prévision de l'octroi de chaires de recherche du Canada

Message d'introduction

NOUS VOULONS SERVIR LE BIEN COMMUN

À l'École de technologie supérieure (ÉTS), nous croyons que la recherche scientifique doit servir le bien commun. Nous croyons aussi que des conditions doivent être mises en place pour faciliter la circulation des savoirs entre les disciplines, mais aussi entre les personnes représentatives de notre société. C'est de cette façon que nous trouverons les meilleures idées.

Nous avons les moyens de nos ambitions : nous sommes parmi les plus importantes universités en génie du Canada, et nous formons actuellement 25 % de tous les diplômés et diplômées en génie du Québec. Nous possédons l'expertise et les infrastructures de recherche de calibre mondial, qui nous permettront de relever les grands défis du 21^e siècle.

Ces percées se feront en collaboration avec nos nombreux partenaires, car nous avons établi, au fil des ans, des liens de confiance avec des acteurs majeurs provenant de multiples milieux : entreprises privées, ministères, municipalités et établissements hospitaliers. Depuis la création de nos premiers programmes de recherche en génie, au début des années 1990, nous n'avons cessé d'imaginer des solutions concrètes à des problèmes bien réels.


”

Nous sommes prêts et toujours aussi enthousiastes à l'idée de faire ce que nous faisons de mieux depuis toujours : penser autrement pour faire de la recherche autrement.

- Christian Casanova



CHRISTIAN CASANOVA / Directeur de la recherche
et des partenariats



GHYSLAIN GAGNON / Doyen de la recherche



FAIRE DE LA RECHERCHE AUTREMENT

En 1974, l'ÉTS innovait en proposant un modèle différent : elle formait des étudiants pourvus de compétences techniques, et elle accordait une très grande importance à la pratique, aux travaux en laboratoire et aux stages en entreprise.

Pour nous, il allait de soi que notre corps professoral devait être animé par ce même désir d'innovation en recherche, afin de répondre aux besoins de la société.


Tournés vers l'industrie, nos professeurs et professeures instaurent des collaborations qui ont des incidences concrètes pour la société. Ce dynamisme place notre établissement au 15^e rang canadien quant à l'intensité de recherche, et au 4^e rang dans la catégorie des établissements universitaires dépourvus d'une faculté de médecine, selon Research Infosource (2020). La preuve que nos partenaires font confiance à l'expertise de nos équipes de recherche : le montant accordé aux subventions et aux contrats de recherche a connu une croissance soutenue de 11 % par année de 2000 à 2020.

Notre approche se traduit par des partenariats à long terme, par la présence de nos étudiants et étudiantes au sein des entreprises et par le développement de concepts novateurs pouvant servir aux communautés.

Notre modèle, qui a fait ses preuves et a su inspirer d'autres établissements, porte fruit. L'ÉTS a un fort impact économique et social, grâce notamment à la création d'entreprises et aux nombreux transferts de propriété intellectuelle vers l'industrie et d'autres organisations. De 2016 à 2021, plus de la moitié des innovations protégées créées dans nos laboratoires ont été exploitées par un partenaire industriel selon une entente de transfert technologique. Cela signifie de nombreuses retombées pour le milieu universitaire et a eu un important impact économique pour notre recherche.

Aujourd'hui, nous nous situons au premier rang québécois pour le nombre de diplômés et diplômées en génie. De ce nombre, 93 % se disent fort satisfaits de l'expérience vécue au sein de notre établissement.

Nous sommes heureux d'affirmer que notre établissement, qui affichera fièrement ses 50 ans très bientôt, a su conserver sa souplesse, faire preuve d'audace et affirmer son caractère distinctif. Il a su devenir un acteur incontournable du développement économique du Québec et du Canada.



René Jr. Landry, professeur en génie électrique, en compagnie de l'un de ses étudiants.

Résoudre des enjeux bien concrets

À l'ÉTS, 60 % des activités de recherche sont liées à des projets réalisés conjointement avec des entreprises, des organismes à but non lucratif, des villes ou des ministères. Il peut s'agir de contrats de recherche et développement en partenariat, de projets sectoriels stratégiques, de projets de collaboration avec des étudiants et étudiantes de tous les cycles, ou encore d'accès aux infrastructures et aux expertises de recherche. En outre, la quasi-totalité des membres de notre corps professoral, formés dans les meilleures écoles de génie, compte à son actif une expérience de travail en industrie.

S'inscrire dans des réseaux internationaux

L'internationalisation des activités de formation et de recherche de même que le déploiement des relations industrielles à l'étranger constituent une priorité pour notre développement. Grâce à plus d'une centaine de partenariats internationaux, à des modèles innovants de mobilité étudiante, à un rayonnement scientifique et à des transferts technologiques dont les incidences dépassent nos frontières, notre établissement contribue sans conteste au rayonnement du Québec par le déploiement de ses activités internationales.



VALEURS

HUMANISME

+

ÉQUITÉ

+

AUDACE

+

ENGAGEMENT

+

EXCELLENCE

Sophie Lerouge, professeure au Département de génie mécanique.

Élargir et diversifier les paramètres d'évaluation de l'excellence

Nous participons activement aux efforts pour élargir et diversifier les paramètres d'évaluation de l'excellence en recherche. Fidèles à nos valeurs, nous sommes la première université québécoise, et l'une des premières au Canada, à avoir signé la *Déclaration de San Francisco sur l'évaluation de la recherche (Declaration on Research Assessment ou DORA)*. Ainsi, bien que les articles publiés constituent toujours une démonstration de la contribution en recherche, les ensembles de données, les logiciels, les protocoles, la formation, les changements aux politiques, ainsi que les retombées sociales et économiques découlant de la recherche sont également pris en compte pour évaluer l'impact et l'excellence de nos chercheurs et chercheuses.

Les parcours font partie de l'équation

Convaincus qu'une personne pourvue des qualités de résilience et de persévérance devant l'adversité est un modèle inspirant pour les prochaines générations d'ingénieurs et d'ingénieures, nous avons lancé le Programme de chaires de recherche en génie Marcelle-Gauvreau. Ce programme favorise l'équité et la diversité en stimulant la carrière de personnes dont le parcours démontre une capacité exceptionnelle à surmonter des obstacles, un élément capital à la poursuite de l'excellence et à l'innovation.



OBJECTIFS

Les objectifs du présent *Plan stratégique de la recherche* découlent de la vision de l'ÉTS, telle qu'elle a été formulée dans son dernier Plan stratégique 2019-2022



Devenir une université où les meilleurs talents en génie se rencontrent pour **repenser, inventer** et **changer** ce qui sera déterminant pour la société de demain.

- » être un chef de file mondialement reconnu pour **l'impact concret de sa recherche** ;
- » former une relève de chercheurs et chercheuses et de personnel hautement qualifié **pour le bien de la société** ;
- » favoriser la science et l'innovation **ouvertes** ;
- » encourager les approches **interdisciplinaires** et **intersectorielles** ;
- » cultiver l'esprit **entrepreneurial** des chercheurs et chercheuses.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons déterminé six moyens principaux :

Créer des centres de recherche interdisciplinaires autour de thématiques stratégiques, de façon à favoriser l'émergence de solutions globales, créatives et innovantes ;

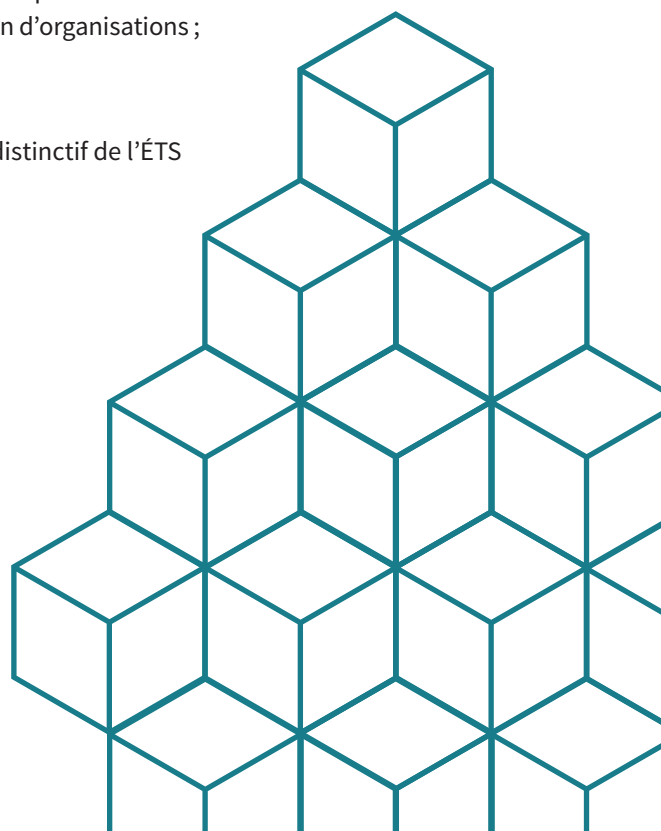
Accroître le soutien offert aux chercheurs et chercheuses de l'ÉTS, afin qu'ils puissent participer à de grands projets structurants à l'échelle québécoise, canadienne et internationale ;

Développer de nouveaux créneaux de recherche par la création de chaires de recherche ;

Maintenir par le développement de la recherche une offre de formation universitaire d'excellence pour assurer une relève de qualité qui saura répondre aux besoins technologiques de la société ;

Enrichir les compétences professionnelles des diplômés et diplômées aux cycles supérieurs et des stagiaires postdoctoraux en vue de les pourvoir d'atouts qui favoriseront leur succès professionnel dans des fonctions clés de la recherche au sein d'organisations ;

Mettre en place les conditions renforçant l'attractivité et le caractère distinctif de l'ÉTS en faisant en sorte qu'elle reste un partenaire de choix en recherche.





DÉVELOPPEMENT DURABLE ET ÉCONOMIE CIRCULAIRE

NOUS CHERCHONS À CRÉER UN MONDE MEILLEUR

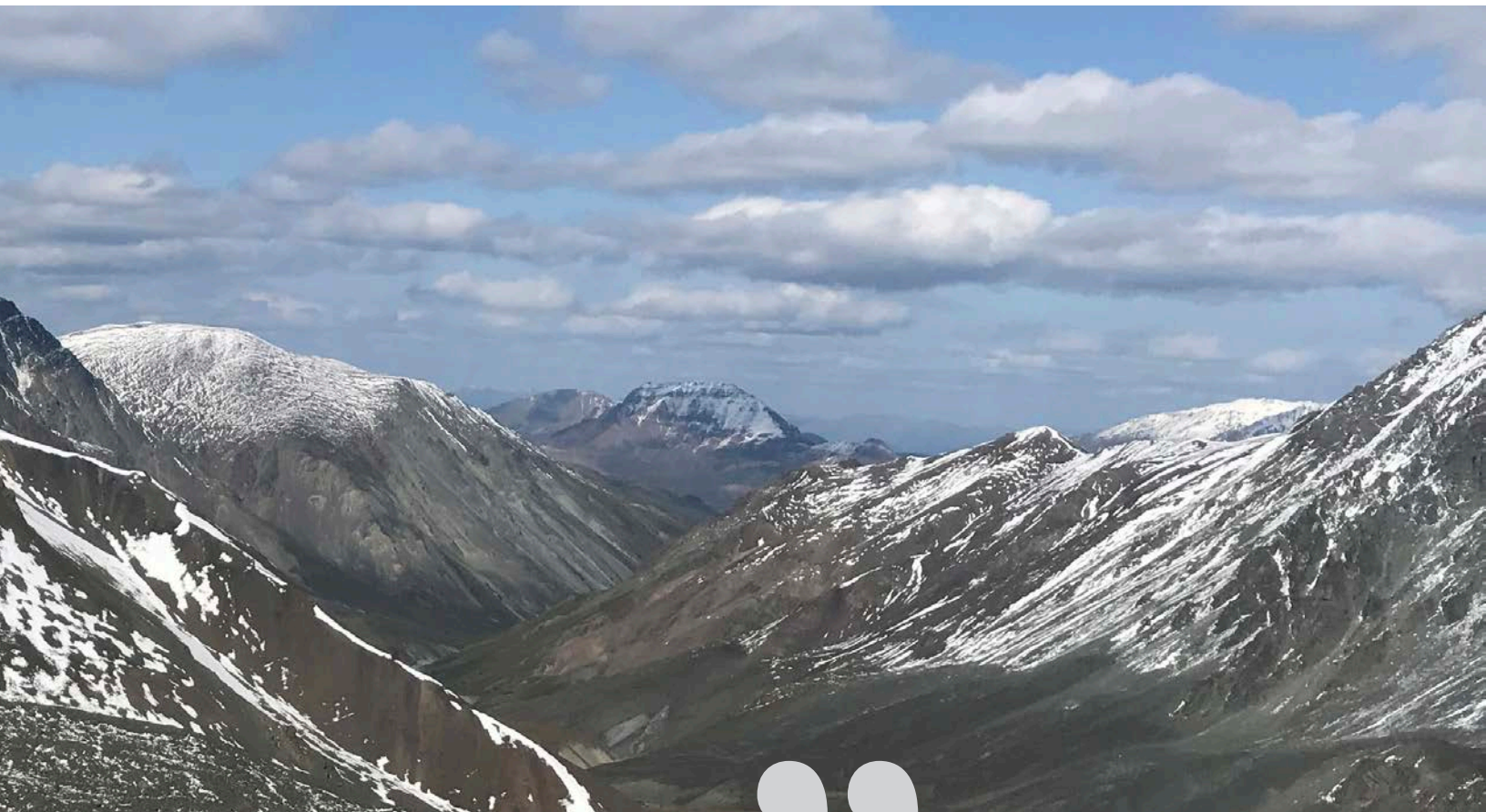
L'humanité doit résoudre de grands enjeux, tels que les changements climatiques, la disponibilité des ressources et la préservation de la biodiversité, pour ne nommer que ceux-ci. Le génie et le développement technologique joueront un rôle capital dans la création d'un avenir durable. Qui plus est, la complexité de ces problématiques nous force à les étudier sous tous leurs angles dans une perspective interdisciplinaire. Ainsi, des chercheurs et chercheuses en génie, en sciences de la santé ou en sciences humaines et sociales ont uni leurs forces au sein de deux regroupements de recherche dirigés par notre établissement dans les domaines interreliés du développement durable et de l'économie circulaire.

Nous sommes l'hôte d'un regroupement stratégique interuniversitaire (FRQNT-FRQSC), le **Centre interdisciplinaire de recherche en opérationnalisation du développement durable (CIRODD)**, regroupant plus de 90 chercheurs et chercheuses et 200 étudiants et étudiantes. Le CIRODD vise à accélérer la transformation de la société pour soutenir la transition socioécologique par l'innovation durable et la transdisciplinarité. Il catalyse, éclaire, conseille, mobilise et accompagne les décideurs et décideuses et les acteurs et actrices de la société dans des prises de décision fondées sur les meilleures connaissances et pratiques scientifiques.

Le **Centre d'études et de recherches intersectorielles en économie circulaire (CERIEC)** offre un espace d'expérimentation aux chercheurs et chercheuses de même qu'aux étudiants et étudiantes en génie, notamment en matière d'innovations destinées à maximiser les retombées pour les acteurs économiques, les gouvernements et la société civile. Certaines filières ou stratégies d'affaires prioritaires sont déployées à travers des « laboratoires d'accélération d'économie circulaire ». Basés sur le modèle des laboratoires vivants (*living labs*), ils sont élaborés et gérés dans une logique d'écosystème, faisant intervenir toutes les parties prenantes.

Le **Réseau de recherche en économie circulaire du Québec (RRECQ)**, coordonné par quatre titulaires (ÉTS, HEC Montréal, Université Laval et Polytechnique Montréal), regroupe plus d'une centaine de chercheurs et chercheuses d'une vingtaine d'établissements. Il met à disposition un environnement propice au développement des connaissances et à l'innovation, tant sociale que technologique, en plus d'assurer un rôle d'animation, favorisant le maillage, l'avancement et le transfert des connaissances.

Ces expertises conjuguées permettront de jeter un regard neuf sur des sujets aussi variés que la mesure et la réduction des émissions de gaz à effet



de serre (GES), la création d'approches et de technologies s'appuyant sur l'économie circulaire et la conception de matériaux plus durables. Grâce à des approches innovantes en matière de recherche-action, ces regroupements contribuent à accélérer la transition vers l'économie circulaire, mais aussi à transformer la société de manière socioécologique.



”
La moitié des réductions pour atteindre la carboneutralité d'ici 2050 proviendra de technologies qui sont aujourd'hui au stade de la démonstration ou du prototype.

Agence internationale de l'énergie (AIE)





INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

Étant reconnus pour l'impact concret de notre recherche, nous misons sur une infrastructure et des équipements de calibre mondial, afin de faire avancer les connaissances dans des domaines où l'innovation jouera un rôle central dans la société de demain. Ainsi, au cours des 5 dernières années, c'est plus de 60 millions de dollars qui ont été investis pour moderniser nos laboratoires et nos équipements de recherche.

En plus de procurer un environnement de recherche stimulant, ces équipements permettent de valider des théories, de caractériser de nouveaux matériaux et des systèmes complexes, et de fabriquer des prototypes et de les tester dans un environnement réel. Certains ensembles d'équipement reproduisent, à plus petite échelle, des procédés industriels, contribuant ainsi à un transfert rapide et efficace de nos innovations. Enfin, de nombreux laboratoires vivants intègrent l'utilisateur au cœur même du processus d'innovation, afin que les technologies que nous mettons au point soient adaptées à l'expérience des personnes auxquelles elles sont destinées.

NOUS NOUS DONNONS LES MOYENS DE NOS AMBITIONS

MATÉRIAUX AVANCÉS POUR UN AVENIR DURABLE

Reposant sur un concept de laboratoires ouverts destinés à des usagers internes et externes, l'infrastructure de recherche sur les matériaux composites, les technologies avancées de mise en forme, de moulage des poudres et d'assemblage des alliages à haute résistance mécanique, sert à fabriquer des matériaux qui contribueront au virage vert de l'aéronautique, de l'énergie et de l'industrie biomédicale. Cette infrastructure intègre toute la chaîne de fabrication et les équipements avancés de caractérisation, dont des microscopes électroniques à effet de champ pourvus de caractéristiques uniques et un appareil de cartographie tomographique en 3D de la structure des matériaux.

CHAÎNE DE VALEUR CYBERNÉTIQUE INTELLIGENTE

Véritable modèle d'usine virtuellement évolutive, cette infrastructure relie les systèmes numériques des institutions partenaires (ÉTS, UQAM, Polytechnique Montréal, Université Concordia, Université Laval et Université de Sherbrooke, Cégep de Sherbrooke et Collège John Abbott) à la chaîne logistique d'une dizaine d'entreprises manufacturières canadiennes. Elle offre la possibilité de valider expérimentalement, dans un environnement réel, différentes stratégies de transformation numérique d'une entreprise. Les technologies qui y sont conçues intègrent l'infonuagique, l'intelligence artificielle (IA), la robotique, les interfaces homme-machine et la fabrication par recyclage.

SYSTÈMES CYBERPHYSIQUES POUR L'INTELLIGENCE DISTRIBUÉE

Les travaux du Réseau d'intelligence numérique distribuée (ÉTS, Université de Sherbrooke, Université McGill, Université Concordia et l'Université du Québec à Trois-Rivières) portent sur l'informatique en périphérie (*edge computing* comme alternative au modèle d'intelligence artificielle (IA) centralisée). L'infrastructure de pointe déployée à l'ÉTS depuis 2021 soutient la conception intégrée de capteurs, notamment par les technologies d'électronique imprimable et flexible, le traitement des données en périphérie, les systèmes de communication et le transfert à faible latence des données.

INFRASTRUCTURE DE CAPTURE DU MOUVEMENT ET DE LA BIOMÉCANIQUE DES CHOCS

Ces infrastructures visent à caractériser les matériaux multiéchelles de même qu'à simuler, en temps réel, les mécanismes articulés et les mouvements humains. Grâce à la combinaison de plusieurs technologies liées à la capture et à l'analyse du mouvement, les membres de notre équipe peuvent analyser le mouvement humain de façon plus précise tout en réduisant le nombre de caméras et de marqueurs. En plus d'être utile à la conception de casques de protection ou de prothèses, par exemple, cette infrastructure permet aussi de créer des personnages virtuels dont les mouvements sont suffisamment réalistes pour valider des concepts qui serviront ensuite aux humains.

ENTREPRENEURIAT

NOUS CULTIVONS L'AUDACE

”

L'ÉTS a créé le Centech, un accélérateur d'entreprises, qui a été nommé l'un des 10 meilleurs accélérateurs au monde par le *University business indicator index*.



Puzzle Medical Devices est née dans le cadre d'un cours en entrepreneuriat à l'ÉTS en 2018. Le dispositif qui fait sa renommée, une pompe cardiaque peu invasive, a reçu une première approbation de la Food and Drug Administration (FDA), des États-Unis, en janvier 2021. Ce succès repose sur le travail acharné des trois cofondateurs, dont une étudiante du baccalauréat en génie mécanique et un étudiant en génie robotique de l'ÉTS.

Des investisseurs du Canada, des États-Unis et de l'Europe sont venus cogner à leur porte, tandis qu'un cardiologue interventionniste reconnu mondialement s'est joint à l'équipe en tant que chef médical. La pompe cardiaque imaginée par les 3 jeunes entrepreneurs et entrepreneuse est aujourd'hui une source d'espoir pour les 26 millions de patients aux prises avec une insuffisance cardiaque dans le monde.



SPARK Microsystems est née de l'association de deux professeurs-chercheurs du Département de génie électrique de l'ÉTS. Ces derniers ont uni leur expertise en circuits radiofréquences et en circuits intégrés pour proposer une toute nouvelle approche visant à révolutionner le monde de la transmission de signaux.

L'émetteur-récepteur sans fil haute performance de SPARK Microsystems permet de prolonger la durée de vie des piles et d'améliorer l'instantanéité et la fidélité des communications. Son efficacité, sa souplesse et sa robustesse lui ouvrent un grand nombre de marchés, dont beaucoup sont mal desservis par les technologies sans fil actuelles. L'entreprise a d'ailleurs remporté la sixième édition du Nokia Open Innovation Challenge.



Fondée en 2014 par des étudiants de l'ÉTS, ARA Robotique est la première entreprise canadienne à concevoir un autopilote de calibre industriel, une sorte de cerveau électronique, pour tous types de drones légers. Grâce à cet autopilote, qui a été fabriqué en fonction des meilleures pratiques de l'aviation civile, les drones peuvent être contrôlés à distance, ce qui améliore grandement leur fiabilité en vol et leur sécurité tout en permettant à leurs utilisateurs de se concentrer sur la collecte des données. Les trois fondateurs d'ARA Robotique, diplômés en génie mécanique, en génie logiciel et en génie électrique, ont fait connaissance alors qu'ils étaient membres du Dronolab, l'un des nombreux clubs étudiants de l'ÉTS.





ORIENTATIONS STRATÉGIQUES DE RECHERCHE

Nous avons déterminé quatre enjeux de société qui constitueront nos orientations stratégiques prioritaires pour les cinq prochaines années.

01

ACTION CLIMATIQUE

Il y a un consensus sur l'urgence climatique, et les changements liés au climat sont maintenant inévitables. Nous devons donc étudier, modéliser et planifier ces changements, afin de pouvoir nous y adapter et devenir résilients. Les solutions seront forcément multiples : réduction à la source, modification des comportements, changements législatifs et évolution des politiques. La technologie sera appelée à jouer un rôle de premier plan. C'est la raison pour laquelle nous cherchons à révolutionner les approches en matière d'industrialisation durable, de transition énergétique et d'économie circulaire, afin de passer de la réduction des impacts à la création de valeur.

02

SÉCURITÉ ET ACCESSIBILITÉ

Derrière la sécurité des individus ou celle des systèmes informatiques, tout comme derrière la sécurité alimentaire ou économique, se trouvent des systèmes efficaces et fiables. Ces systèmes contribuent à rehausser le niveau de vie et à procurer un accès plus équitable aux ressources : à l'eau potable dans les régions en développement, à l'infrastructure numérique et intelligente dans les villes et aux services de télémédecine dans les régions éloignées, par exemple. Nous croyons que les technologies peuvent assurer à tous un monde plus juste, convivial et sécuritaire, et ce, tant à l'échelle locale que globale.



Eric Wagnac, professeur-chercheur au Département de génie mécanique.

03

CRÉATIVITÉ, COLLABORATION ET ENTREPRENEURIAT

Ces trois éléments interreliés sont nécessaires pour résoudre des problèmes complexes. Il s'agit ici de changer la culture et de travailler systématiquement ensemble. C'est pourquoi nous cultivons l'innovation et l'audace par une approche intégrée, interdisciplinaire et intersectorielle, afin que les bonnes idées se transforment en solutions percutantes.

04

SANTÉ ET MIEUX-ÊTRE

Être en meilleure santé, à toutes les étapes de la vie, implique une approche globale qui vise non seulement à traiter les maladies, mais aussi à les prévenir. Pour y parvenir, il faut déployer des stratégies de promotion de la santé qui misent autant sur l'aspect physique que psychologique des personnes. Nous devons donc nous appuyer sur des expertises variées dans le domaine du génie tout en collaborant étroitement avec des experts d'horizons divers au sein de laboratoires vivants, afin de créer les technologies de demain.

DOMAINES STRATÉGIQUES DE RECHERCHE

AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE



La concurrence mondiale, toujours plus forte dans les secteurs de l'aéronautique et de l'aérospatiale, est amplifiée par les pressions environnementales. Plusieurs fondent beaucoup d'espoir sur la création d'un avion vert ou écologique. Conscientes de ces enjeux et désireuses de soutenir la compétitivité de l'industrie canadienne, nos équipes de recherche contribuent largement au développement de technologies visant à réduire l'empreinte environnementale, et à augmenter la performance et la fiabilité des aéronefs.

Nous sommes à l'avant-garde dans ces secteurs. Les équipements qui garnissent nos laboratoires sont de tout premier ordre, tandis que nos équipes de recherche collaborent avec les plus grandes entreprises de l'industrie, en plus de jouer un rôle de premier plan au sein d'associations telles que le Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale du Québec (CRIAQ) et le Consortium en aérospatiale pour la recherche et l'innovation au Canada (CARIC).

Mots-clés : simulation et modélisation, aérodynamique, propulsion, dynamique de vol, avionique, simulateur de vol.

SYSTÈMES INTELLIGENTS ET AUTONOMES



L'innovation en matière industrielle passait autrefois par l'automatisation. Or, ces systèmes comptent encore sur l'intervention humaine pour être programmés et surveillés. De plus, il est parfois difficile de les faire fonctionner dans de nouveaux contextes. En conférant de l'intelligence aux machines qui les composent, ces systèmes intelligents et autonomes peuvent maintenir l'efficacité de même que la précision des opérations qu'ils doivent accomplir, car ils arrivent à détecter, à planifier et à agir seuls dans un environnement changeant. Les applications sont diverses : transport autonome, diagnostic assisté, technologies financières, robotique collaborative, etc. Tous ces domaines nécessitent à la fois des algorithmes d'IA performants pouvant pallier les aléas de la vie réelle de même que des systèmes aptes à « ressentir » leur environnement et à agir sur celui-ci.

Mots-clés : traitement et gestion des données, robotique, apprentissage machine, intelligence artificielle, vision par ordinateur, modélisation.

MATÉRIAUX INNOVANTS ET FABRICATION AVANCÉE



Nos équipes de recherche analysent, conçoivent, transforment, produisent et testent des technologies composées de matériaux optimisant leur performance, leur durabilité, leur rentabilité et leur capacité de revalorisation, et ce, de façon qu'elles aient une incidence positive sur l'environnement.

Utilisés pour les outils de transformation ou pour la production de produits finis, ces matériaux sont plus robustes, résistants, légers, propres et recyclables. Plusieurs secteurs industriels peuvent profiter de ces matériaux, qui s'intègrent dans une perspective de développement durable, notamment ceux du transport et de la santé.

Nos équipes de recherche s'efforcent constamment de rendre les matériaux intelligents en recourant à des technologies émergentes.

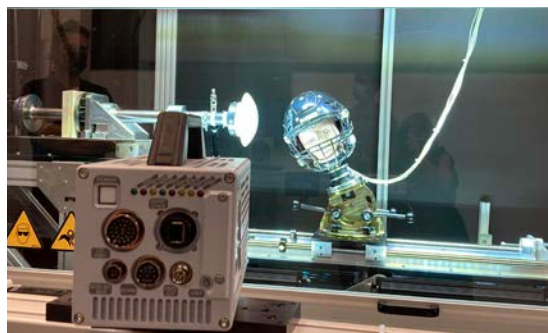
Mots-clés : matériaux composites, procédés de fabrication, fabrication avancée, industrie 4.0, impression 3D, caractérisation des matériaux, électronique imprimable.

INFRASTRUCTURES ET MILIEUX BÂTIS

Nos équipes de recherche proposent des solutions pour moderniser l'industrie de la construction, et pour construire des infrastructures et des milieux bâtis qui sont résilients et durables. Les solutions qu'elles proposent concourent donc à réduire l'empreinte environnementale, à favoriser le bien-être des communautés, à assurer la pérennité des ouvrages, à améliorer la productivité, l'efficacité de même que la qualité des projets de construction et de développement urbain.

Mots-clés : Matériaux de construction, bâtiments intelligents, méthodes de construction, bâti immobilier modélisé (BIM), construction durable, ville intelligente.

TECHNOLOGIES POUR LA SANTÉ



Les besoins en santé au Québec et au Canada sont de plus en plus grands, notamment en raison du vieillissement de la population, de l'influence des phénomènes environnementaux ou de l'apparition de nouvelles maladies. Améliorer l'offre et l'efficacité des services de santé et de bien-être est donc un enjeu primordial, et nous croyons fermement que la technologie peut y contribuer. Nous avons donc choisi de concevoir en priorité des technologies innovantes destinées au bien-être, à l'amélioration de la qualité de vie, et à la prévention, au dépistage et au traitement des problèmes de santé. Toujours animées par le souci d'offrir des solutions concrètes, nos équipes de recherche collaborent étroitement avec des partenaires industriels et du personnel clinique au sein même des établissements hospitaliers.

Mots-clés : ingénierie biomédicale, biomécanique, traitement de signaux biologiques, imagerie médicale, médecine personnalisée, réadaptation, santé et sécurité, biomatériaux, entraînement sportif connecté, prévention des blessures.



DOMAINES STRATÉGIQUES DE RECHERCHE

SYSTÈMES LOGICIELS, MULTIMÉDIA ET CYBERSÉCURITÉ



Les outils numériques, et plus particulièrement les logiciels, sont aujourd'hui omniprésents dans tous les aspects de notre vie. La croissance en ce domaine favorise un accès toujours plus grand à des solutions visant à contrôler des équipements et des objets connectés, à interagir avec des machines ou d'autres humains, à traiter et à stocker des données, etc. Indispensables, les logiciels se doivent d'être toujours plus fiables et sécurisés. Comme leur empreinte carbone est importante, leur durabilité doit être améliorée.

De ce fait, nos équipes de recherche s'efforcent d'améliorer la qualité, la sécurité et la fiabilité des logiciels tout en réduisant leur empreinte environnementale.

Du côté du génie logiciel et des technologies de l'information, nos équipes sont reconnues pour mettre en place des systèmes visant la création d'environnements numériques et interactifs.

Mots-clés : Internet des objets, conception et fabrication assistée par ordinateur, interface homme-machine, transformation numérique, cybersécurité interactive, réalité virtuelle et augmentée, chaîne de blocs, infonuagique, informatique de périphérie.

DÉVELOPPEMENT DURABLE, ÉCONOMIE CIRCULAIRE ET ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

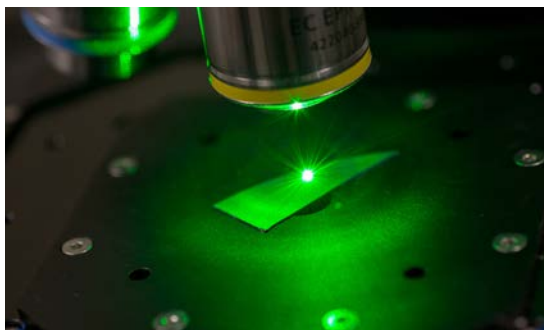


Les conséquences de l'activité humaine sur l'environnement sont bien connues. Elles engendrent des changements climatiques qui ont des incidences sur les activités économiques, le bien-être et la sécurité des communautés. Trouver des méthodes, des outils et des procédés pour réduire leurs effets, mais aussi pour utiliser les ressources de manière durable et circulaire, représente un enjeu prioritaire pour tous, qu'il s'agisse de la population en général, des gouvernements ou des universités.

À l'ÉTS, cette préoccupation se traduit par l'attention portée par nos équipes de recherche multidisciplinaire à optimiser l'utilisation des ressources dans une perspective d'économie circulaire : la réduction des matières résiduelles, la création de nouvelles méthodes de traitement de l'eau, de l'air et des sols, et le développement de la ville durable et de l'agriculture urbaine.

Mots-clés : énergies renouvelables, environnement, changements climatiques, gestion de l'eau, électrification des transports, distribution et conversion de l'énergie, cycle de vie.

CAPTEURS, RÉSEAUX ET CONNECTIVITÉ

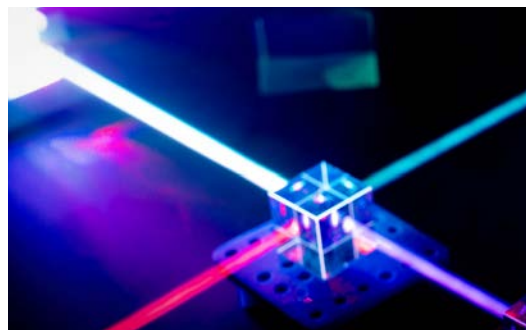


Étant donné la multiplication des usages numériques, la connectivité est devenue indispensable dans notre vie. Les entreprises ne font pas exception : plusieurs éléments de leur chaîne logistique sont maintenant optimisés par des technologies de l'information et des communications (TIC), tandis que des solutions matérielles et logicielles servent à interconnecter les personnes ou les objets tout en favorisant l'innovation, la créativité, la valorisation de l'information, et l'accessibilité et la coopération.

Que ce soit dans l'industrie des vêtements connectés, dans le secteur des infrastructures ou dans les domaines de la santé, de l'agriculture urbaine ou des transports, pour ne nommer que ceux-ci, des capteurs robustes, autonomes énergétiquement, et leur infrastructure de communication doivent être conçus de manière à établir des diagnostics en temps réel et à permettre des actions correctrices avant que les problèmes n'apparaissent et prennent de l'ampleur.

Mots-clés : réseaux de communication, systèmes cyberphysiques, traitement des signaux numériques, communications sans fil, communications optiques, industrie 4.0, microsystèmes, Internet des objets.

DOMAINE EN ÉMERGENCE : INGÉNIERIE QUANTIQUE



Si les développements de la microélectronique ont largement contribué à l'émergence de la société numérique actuelle, les avancées en mécanique quantique remplaceront vraisemblablement les technologies de pointe d'aujourd'hui.

Ces nouveaux usages conduiront à des changements fondamentaux dans des domaines aussi diversifiés que la santé, la défense, les communications et la gestion des ressources. À ce titre, on estime que le secteur canadien de la quantique générera des investissements devant surpasser les huit milliards de dollars en 2030. Nos équipes de recherche comptent activement participer au développement de ce secteur prometteur.

Mots-clés : dispositifs de communications quantiques, programmation et algorithmes pour ordinateurs quantiques, cryptographie, calculateur.





Orientations stratégiques de la recherche



Domaines stratégiques de la recherche



Les milieux preneurs et nos partenaires



ÉQUITÉ, DIVERSITÉ ET INCLUSION

NOUS CROYONS AUX PERSPECTIVES DIVERSIFIÉES



Alors que nous avons su contribuer au développement de la profession d'ingénieur et à l'essor économique du Québec en offrant une formation universitaire distincte, nous sommes fondamentalement convaincus que la différence est un atout. À cet égard, nous croyons que l'équité, la diversité et l'inclusion (ÉDI) sont des ingrédients essentiels pour catalyser la recherche et l'innovation. Voilà pourquoi nous adhérons à la *Charte Dimensions*, visant à promouvoir l'excellence en recherche, l'innovation et la créativité dans le milieu postsecondaire en intégrant les valeurs chères à l'ÉDI.

Rappelons que nous avons procédé à une vaste consultation auprès de notre personnel, afin d'en prendre le portrait et de connaître son expérience individuelle à l'endroit du sentiment d'inclusion. À la suite d'une rigoureuse analyse des pratiques d'embauche, plusieurs objectifs et actions ont été mis en place pour nous assurer que le processus est des plus équitables. Des formations, destinées à nos professeurs et professeures ainsi qu'à notre personnel d'encadrement, ont été mises en place, afin de les sensibiliser à la question des préjugés inconscients, des réalités et des droits des peuples autochtones, et de bien accueillir les personnes issues de la diversité.

Aujourd'hui, l'équité, la diversité et l'inclusion sont devenues des incontournables dans tout projet de recherche, et ce, tant dans la phase de conception que dans la composition de l'équipe de recherche, qu'il s'agisse des chercheurs et chercheuses ou du personnel qualifié.

15%

La place des femmes en génie a crû de façon importante depuis une trentaine d'années. Au Québec, les ingénieures représentent maintenant 15 % des effectifs, alors que ce taux atteignait seulement 4 % en 1989.

30%

Conscients que la progression de la place des femmes en génie demeure un enjeu d'importance, nous nous sommes joints à l'initiative « 30 en 30 », de l'Association of Professional Engineers and Geoscientists of Alberta (APEGA). Cette organisation s'est donné comme objectif de compter 30 % de femmes dans la profession en 2030.

Grâce aux nombreuses initiatives que nous avons mises en place à l'interne et dans la communauté, nous croyons être en mesure d'atteindre cet objectif ambitieux, qui nous permettra de transformer durablement la profession.



MESURER LE SUCCÈS



Notre Plan stratégique de la recherche servira de repère dans toute prise de décision institutionnelle ayant des impacts importants sur le développement de la recherche à l'ÉTS. Le suivi de sa mise en œuvre sera assuré par la Direction de la recherche et des partenariats et le Décanat de la recherche. Nous définissons ici un ensemble visant à mesurer l'atteinte des objectifs. Des cibles quantifiables découlant de ces indicateurs seront établies et mesurées annuellement.

ÊTRE UN LEADER MONDIALEMENT RECONNU POUR L'IMPACT CONCRET DE SA RECHERCHE.

- Prix remportés par nos chercheurs à des concours nationaux et internationaux
- Nombre et envergure des projets de recherche réalisés en partenariat
- Participation à des réseaux de recherche internationaux
- Couverture média de nos réalisations en recherche

FORMER UNE RELÈVE DE CHERCHEURS ET CHERCHEUSES ET DE PERSONNEL HAUTEMENT QUALIFIÉ AU BÉNÉFICE DE LA SOCIÉTÉ.

- Taux de placement et qualité des emplois décrochés par nos chercheurs et chercheuses diplômés aux cycles supérieurs et stagiaires postdoctoraux
- Satisfaction des employeurs ainsi que des diplômés et diplômées à l'égard de la formation aux cycles supérieurs et aux stagiaires postdoctoraux

FAVORISER LA SCIENCE ET L'INNOVATION OUVERTES.

- Taux de publications disponibles en libre accès
- Accessibilité aux ensembles de données découlant de la recherche
- Initiatives réunissant les acteurs d'un secteur donné dans une perspective d'avancement des connaissances et de partage des solutions développées au bénéfice de l'ensemble des joueurs

ENCOURAGER LES APPROCHES INTERDISCIPLINAIRES ET INTERSECTORIELLES.

- Leadership dans la création de centres de recherche axés sur des thématiques interdisciplinaires
- Cadre novateur d'évaluation de l'excellence en recherche valorisant les réalisations interdisciplinaires
- Embauches de professeurs-chercheurs et professeuses-chercheuses de même que des titulaires de chaire reconnus pour leur impact dans des initiatives de recherche interdisciplinaires

CULTIVER L'ESPRIT ENTREPRENEURIAL DES CHERCHEURS ET CHERCHEUSES.

- Nombre et valeur des jeunes pousses (*startup*) issues des activités de recherche et innovation
- Évaluation de notre réputation à offrir un milieu favorable à l'entrepreneuriat



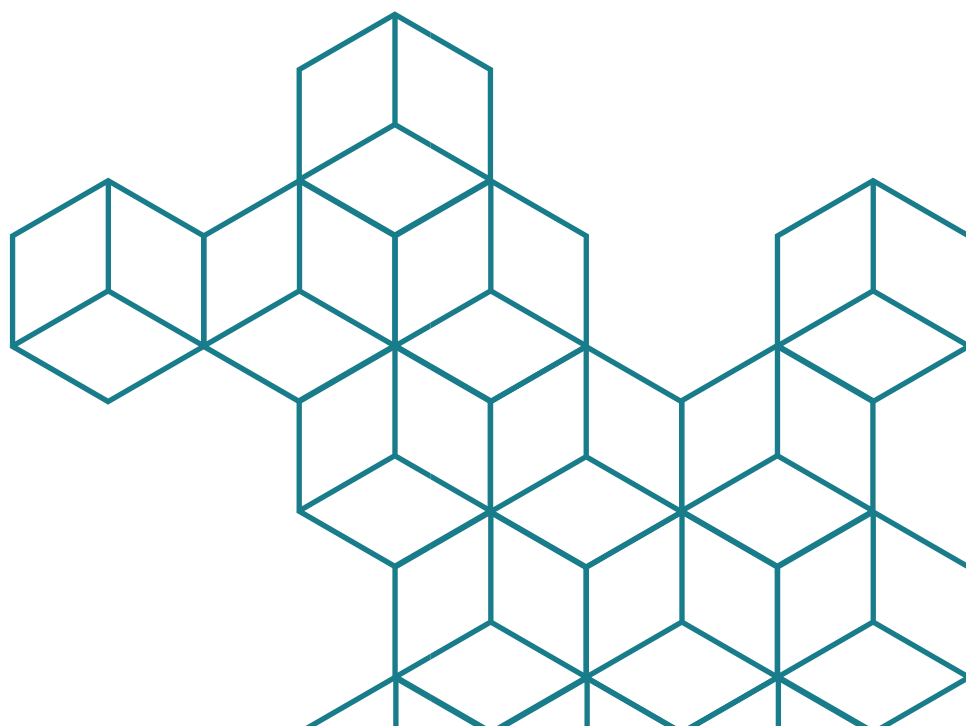
CREW

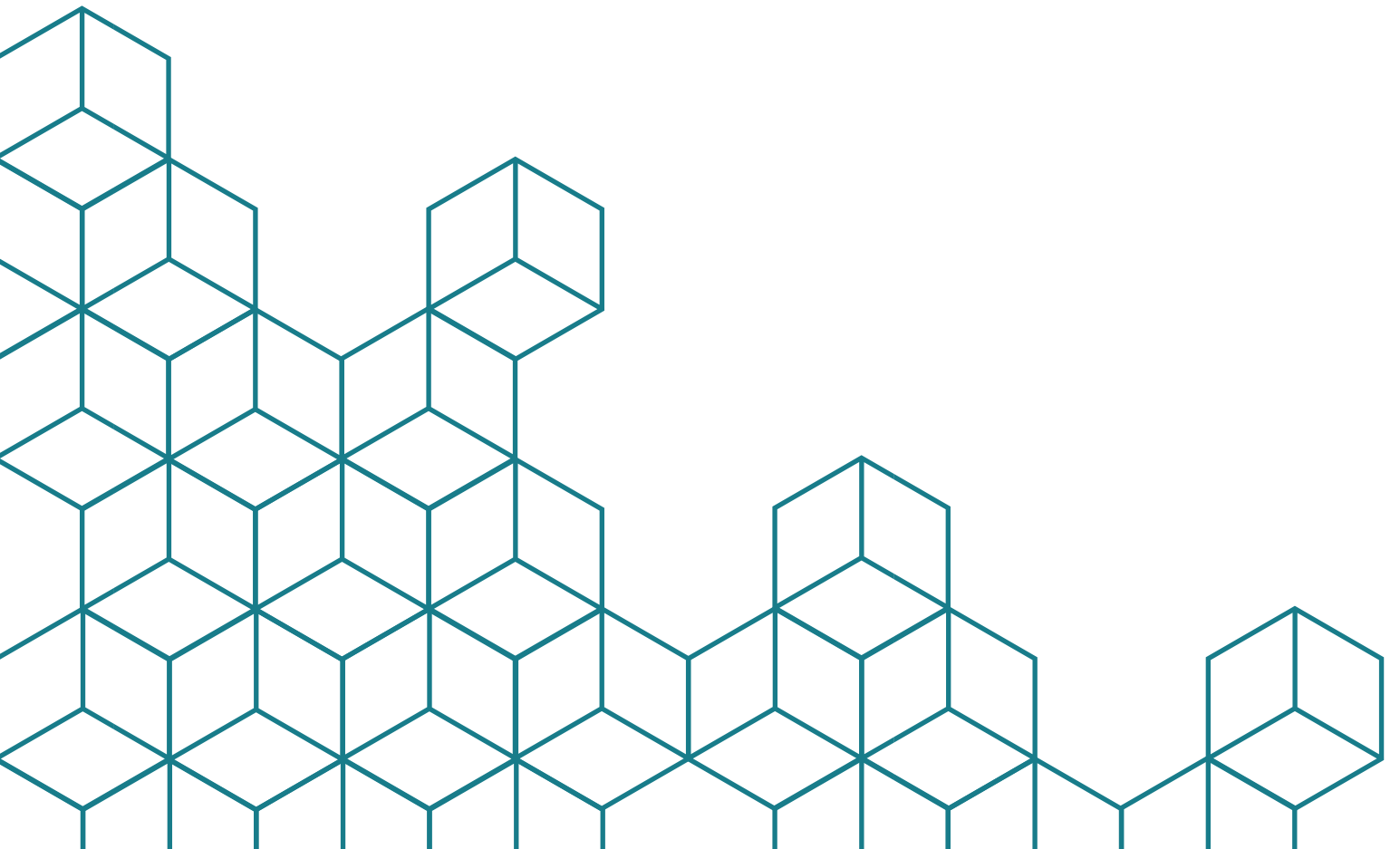
Hurley

POUR CONCLURE

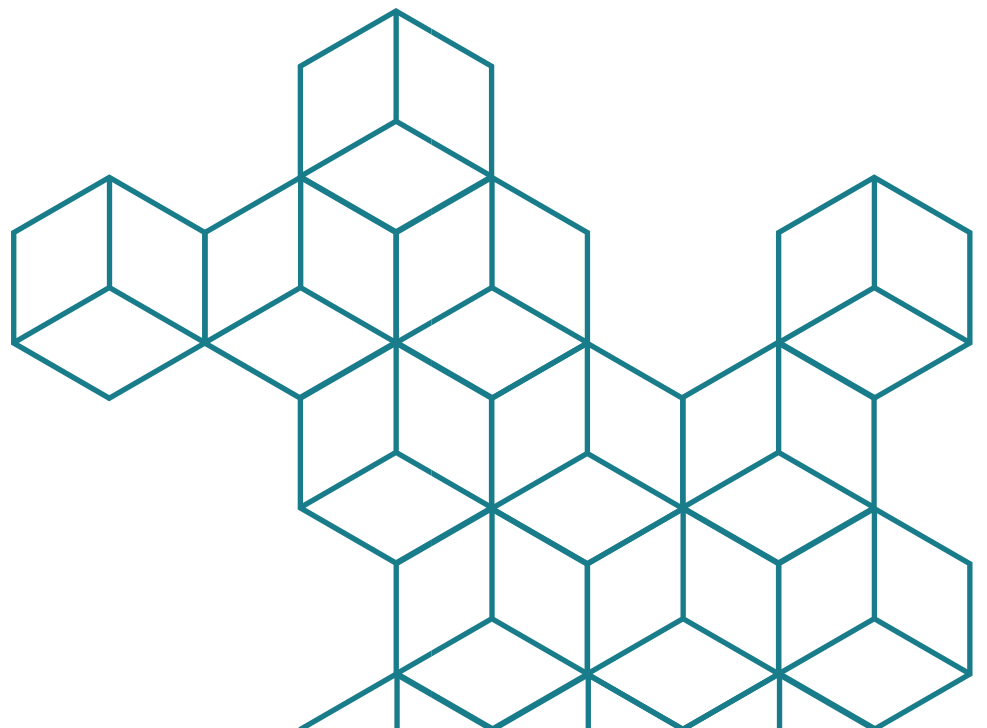
Pour nous, « faire de la recherche autrement » signifie que nous souhaitons aller encore plus loin, en empruntant des chemins peu fréquentés ou tout à fait nouveaux tout en misant sur notre caractère distinctif et nos forces. Ces forces, ce sont l'expertise de nos équipes de recherche, les liens de confiance que nous avons établis au fil des ans avec notre communauté et nos partenaires, ainsi que les résultats concrets qui découlent de nos activités de recherche.

Nos orientations stratégiques nous permettront, nous le croyons fermement, de conclure des partenariats avec des organismes de natures diverses, de nous nourrir d'autres connaissances que celles auxquelles nous sommes habituellement exposés et d'apporter notre contribution aux grands bouleversements sociétaux.





ANNEXES



ANNEXE 1

PROCESSUS CONSULTATIF

L'élaboration du présent *Plan stratégique de la recherche*, dirigé par un comité de pilotage formé de membres du Décanat de la recherche et de la Direction générale de l'ÉTS, a commencé en 2020 par une revue de la littérature. En janvier 2021, un sondage a été réalisé auprès du corps professoral de l'ÉTS. Ce sondage a permis de mesurer l'adhésion du corps professoral à la vision et aux valeurs communiquées dans le *Plan stratégique 2019-2022* de l'ÉTS, de déterminer de quelle façon la recherche était définie et perçue au sein de l'ÉTS par ceux et celles qui en font au quotidien, et d'interroger les chercheurs et chercheuses sur l'avenir de la recherche de manière générale et au sein de l'ÉTS en particulier (les occasions, les défis, les initiatives et les collaborations à privilégier).

Les consultations se sont poursuivies au printemps 2021 au moyen de diverses rencontres auxquelles étaient conviés des titulaires de chaire, des directeurs et directrices de laboratoire de même que diverses instances officielles de l'ÉTS. Des ateliers thématiques ont également permis d'approfondir la réflexion avec le concours des professeurs et professeures. Ces personnes ont été amenées à se prononcer sur les grandes orientations stratégiques et sur les domaines de recherche proposés pour le nouveau *Plan stratégique de la recherche*. Leurs précieux commentaires et leurs suggestions ont permis de définir au mieux ces orientations et ces domaines, en plus de mener à l'exploration d'autres pistes. Ils ont permis de mettre au point les différents domaines de recherche et de bâtir le futur plan d'action visant à mettre en œuvre le *Plan stratégique de la recherche*.

Un nouveau sondage a été réalisé auprès du corps professoral en septembre 2021, afin de valider leur adhésion aux orientations stratégiques retravaillées à la suite des consultations tenues au printemps 2021. Les résultats de ce sondage ont révélé que 78 % des membres du corps professoral sont d'accord ou fortement d'accord avec les quatre orientations stratégiques qui ont été établies.

Avant son adoption finale par le conseil d'administration de l'ÉTS, nous avons également consulté les membres du comité de direction, du Comité de coordination de l'enseignement et de la recherche (CCER) de l'ÉTS de même que plusieurs joueurs clés de la recherche, dont des représentants et représentantes de la Fondation canadienne de l'innovation, le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie, les instituts de recherche en santé du Canada, Développement économique Canada, le ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec, ainsi que la conseillère scientifique en chef du Canada, l'innovateur en chef du Québec et le scientifique en chef du Québec.

ANNEXE 2

PRISE EN COMPTE DE L'ÉDI DANS LA VISION ET LES PRIORITÉS DE L'ÉTS EN RECHERCHE

À l'ÉTS, nous croyons que toutes les personnes, quels que soient la couleur de leur peau, leur genre, leur origine ethnique ou leur situation de handicap, doivent profiter des mêmes opportunités. Pour ce faire, nous nous efforçons de mettre en œuvre les conditions qui favorisent leur épanouissement professionnel. Des environnements de recherche inclusifs sont aménagés de même que des collaborations avec des partenaires provenant de différents milieux. Plusieurs mesures sont adoptées, et plusieurs actions sont mises en œuvre pour assurer le respect des principes d'ÉDI lors du recrutement professoral et de la nomination de titulaires de chaires de recherche.

Nous reconnaissons toutefois que beaucoup de travail reste à accomplir pour mieux accueillir les personnes en situation de handicap, ainsi que les membres des Premiers peuples et de la communauté LGBTQ2+. Nous nous sommes d'ailleurs engagés à mettre en œuvre des actions pour que ces personnes puissent occuper la place qui leur revient au sein de nos équipes de recherche. Parmi celles-ci :

- Une analyse du milieu sera bientôt réalisée, afin de rendre les lieux de travail plus accueillants à l'égard des personnes transgenres ou des femmes qui allaitent, par exemple.
- Un diagnostic sera établi pour évaluer l'accessibilité de nos installations aux personnes en situation de handicap.
- Des efforts seront déployés pour intégrer les membres des Premiers peuples au sein de nos classes et de nos équipes de recherche.
- Des moyens seront mis en place pour intégrer davantage les enjeux liés aux Premiers peuples et aux personnes en situation de handicap dans nos projets de recherche.

À l'heure actuelle, nos affichages sont rédigés de façon inclusive et diffusés de façon à joindre des bassins de candidatures diversifiées. Les comités de sélection sont composés de membres ayant été sensibilisés aux préjugés inconscients, en plus d'être accompagnés par une ressource responsable de veiller à ce que le processus soit exempt de biais. De plus, les chercheurs et chercheuses de l'ÉTS sont régulièrement formés sur les questions d'ÉDI, en plus d'être incités à participer aux efforts de développement d'une relève diversifiée, par l'adoption de pratiques équitables lors du recrutement des étudiants et étudiantes ainsi que des stagiaires des cycles supérieurs.

ANNEXE 2 (SUITE)

L'ÉTS a créé le Programme de chaires de recherche en génie Marcelle-Gauvreau, destiné aux chercheurs et chercheuses ayant surmonté des obstacles personnels ou professionnels durant leur carrière. Nous croyons que ce programme contribuera à donner le coup de pouce dont ces personnes ont besoin pour révéler tout leur potentiel en recherche.

Nous avons également mis en place un programme de suivi afin d'encourager les étudiants et les étudiantes des niveaux doctoral et postdoctoral à postuler aux postes de recherche offerts au sein de notre établissement. Ce programme vise plus particulièrement les personnes à haut potentiel des groupes sous-représentés.

Lors de la signature de la dernière convention collective des professeurs et professeures, nous avons intégré, en collaboration avec la partie syndicale, une disposition qui permet aux personnes qui reviennent au travail après un congé parental de plus de cinq mois de se prévaloir d'un allègement de leur tâche d'enseignement.

Bien que nous soyons encore loin de la cible de 30 % fixée par Ingénieurs Canada, nous arrivons, année après année, à augmenter la représentativité féminine de notre corps enseignant.

Par ailleurs, nous sommes particulièrement fiers de la représentativité des personnes racisées et de celles appartenant à la catégorie des minorités visibles : ces dernières sont largement représentées dans nos rangs.

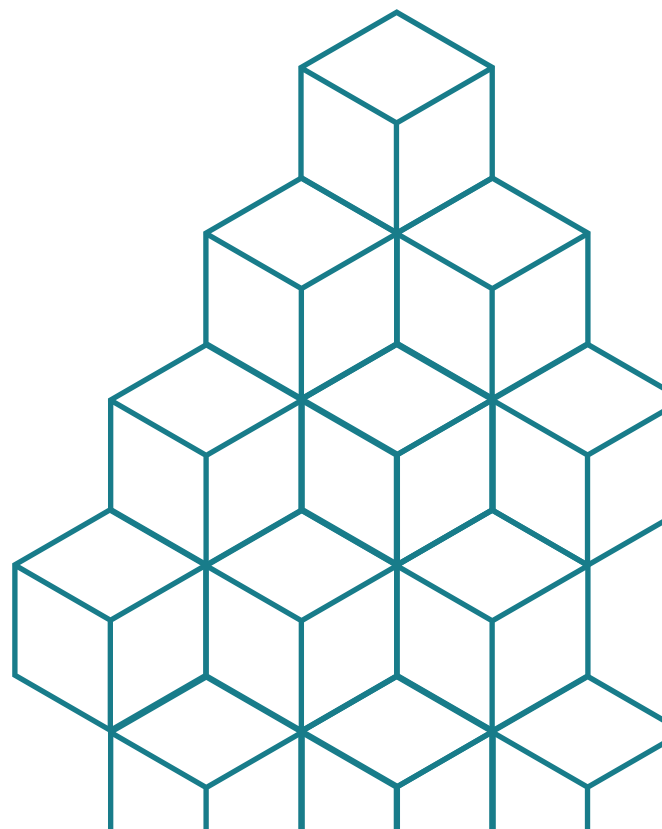
ANNEXE 3

PRÉVISION DE L'OCTROI DE CHAIRES DE RECHERCHE DU CANADA

| DOMAINES STRATÉGIQUES DE RECHERCHE | ACTUEL | 2027 |
|---|--------|------|
| Aéronautique et aérospatiale | 1 | 1 |
| Systèmes intelligents et autonomes | 1 | 2 |
| Technologies de la santé | 2 | 2 |
| Matériaux innovants et fabrication avancée | 2 | 2 |
| Infrastructures et milieux bâtis | 1 | 2 |
| Systèmes logiciels, multimédia et cybersécurité | - | 1 |
| Développement durable, économie circulaire et enjeux environnementaux | 1 | 2 |
| Capteurs, réseaux et connectivité | 2 | 2 |
| Ingénierie quantique | - | 1 |

FAIRE DE LA RECHERCHE AUTREMENT





PLAN STRATÉGIQUE DE LA RECHERCHE

2022-2027

École de technologie supérieure

1100, rue Notre-Dame Ouest
Montréal (Québec) H3C 1K3

www.etsmtl.ca