



## Faire de la recherche autrement

### *Plan stratégique de la recherche 2022-2027*

8 novembre 2021

#### 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 de la recherche* :

**« 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. »**

Ces objectifs sont les suivants :

- 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'a tous 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.

#### Orientations stratégiques de recherche

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

##### 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.

### **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.

### **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.

### **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**

Pour soutenir ses efforts dans ces quatre grandes orientations, nous misons sur l'expertise de nos chercheurs et chercheuses dans huit domaines stratégiques.

### **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 (CRFAQ) 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

### **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

### **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, fabricant avancé, 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

### **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.

## **Prévision de l'octroi de chaires de recherche du Canada**

<b>DOMAINES STRATÉGIQUES DE RECHERCHE</b>	<b>Actuel</b>	<b>2027</b>
Aéronautique et aérospatiale	1	1
Systèmes intelligents et autonomes	2	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

---