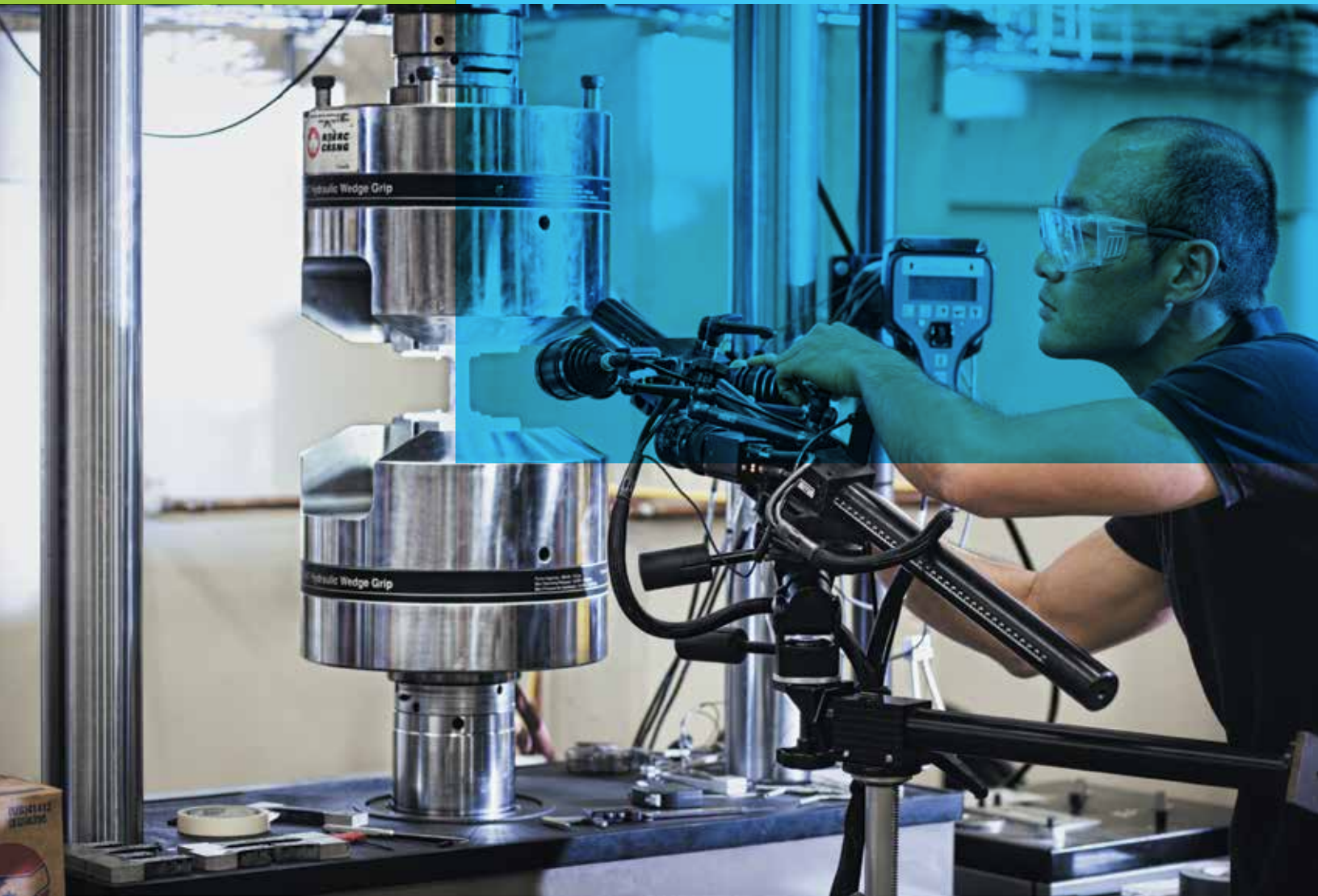


BILAN ET FAITS SAILLANTS

2013-2014

- ▶ RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT (R-D)
- ▶ TRANSFERT TECHNOLOGIQUE



ÉCOLE DE
TECHNOLOGIE
SUPÉRIEURE
Université du Québec

ÉTS

Le génie pour l'industrie

CRIAQ	Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec
CRSNG	Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada
DEC	Développement économique Canada
FCI	Fondation canadienne pour l'innovation
FRQNT	Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies
FRQS	Fonds de recherche du Québec – Santé
FRQSC	Fonds de recherche du Québec – Société et culture
GARDN	Green Aviation Research & Development Network
IRSST	Institut de recherche en santé et en sécurité du travail
SAQ	Société des alcools du Québec
UDMN	Ultra Deep Mining Network

TABLE DES MATIÈRES

4	Projets d'envergure
6	Un bilan en quelques chiffres...
8	... Et en quelques mots.
10	Plan de recherche stratégique
12	Les chaires et unités de recherche par secteur d'affaires
14	LE PROFESSEUR YVAN PETIT Le génie mécanique au service de la santé
16	LA PROFESSEURE VÉRONIQUE FRANÇOIS Vers l'optique dans les ordinateurs
18	LE PROFESSEUR OMAR CHAALLAL Préserver l'ancien avec du nouveau
20	LE PROFESSEUR MOHAMMAD JHAZI Le savoir de pointe pour une activité millénaire
22	LE PROFESSEUR HANDY FORTIN BLANCHETTE Convertir l'énergie
24	LE PROFESSEUR VINCENT DUCHAINE Faire cohabiter robots et humains
26	LE PROFESSEUR ÉRIC GRANGER La vidéosurveillance en mode adaptatif
28	LA PROFESSEURE NICOLE DEMARQUETTE Inventer de nouveaux matériaux
30	L'ÉTS et ses professeurs dans les médias du Québec

PROJETS D'ENVERGURE

Au cours de la dernière année, plusieurs fonds de recherche externes ont contribué à la mise sur pied de nouveaux projets, à l'embauche d'étudiants en recherche ou à l'acquisition d'équipements stratégiques pour les différents laboratoires de l'ÉTS. Voici quelques exemples de projets porteurs démarrés en 2013-2014.

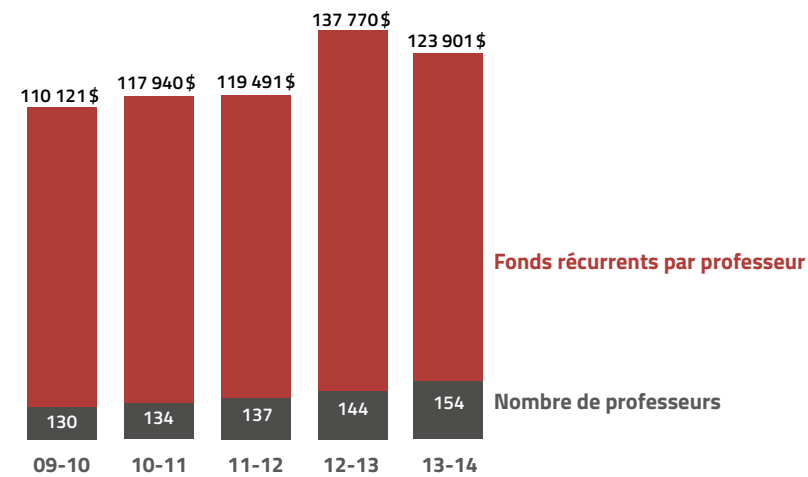


Fonds externes	Professeurs	Titre
AMORCHEM	Yvan Petit	Conception d'un instrument médical pour réparer les fractures du grand trochanter (en partenariat avec AmorChem et l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal en collaboration avec Univalor)
CRIAQ/ CRSNG	René Jr Landry	Réduction des interférences dans les communications satellites
CRIAQ/ CRSNG	Ilian Bonev	Amélioration de la précision de robots industriels au moyen de la photogrammétrie rapprochée
CRIAQ/ CRSNG	Ghizlane El Boussaidi	Spécification et vérification de modèles de conception de logiciel d'avionique certifiable / Automatisation des tests avec TTCN-3
CRSNG	Mohammad Jahazi	Technologies de mise en forme des alliages à haute résistance mécanique (en collaboration RDC avec Sorel Forge)
CRSNG	Rita Noumeir et Georges Kadoum	Télémédecine en temps réel pour les évacuations sanitaires par transport aérien (en collaboration RDC avec MEDTEQ)
CRSNG	Sophie Lerouge	Implants vasculaires innovateurs fondés sur le filage électrostatique et le revêtement bioactif (PRCS-IRSC)
CRSNG	François Gagnon	Renouvellement de la chaire CRSNG – Ultra Électronique TCS en communication sans fil et tactique
DEC	Ilian Bonev, Claude Thibeault et Mohamed Cheriet	Équipements de recherche semi-industriels pour le développement de technologies de pointe dédiées à l'amélioration des processus manufacturiers de fabrication et d'assemblage
FCI	Mohamed Cheriet	Banc d'essai – Résidences étudiantes de l'ÉTS intelligentes et durables
FCI	Yvan Petit	Monitoring multimodal à haute vitesse de fractures vertébrales traumatiques et de traumatismes médullaires
FCI	Mohamed Cheriet	Banc d'essai – Tendances mondiales : cultures des réseaux littéraires 1050-1900
FRQNT	Daniel Rousse	Potentiel des systèmes énergétiques hybrides éolien-diesel-air comprimé pour les sites miniers
FRQS	Nicola Hagemester	Mieux diagnostiquer et traiter l'arthrose du genou : un impératif clinique et économique pour notre système de santé (en collaboration avec le ministère des Finances et de l'Économie [MFEQ])
GARDN	Ruxandra Botez	Optimisation de la performance de la gestion de vol II (en collaboration avec CMC Electronics)
IRSST	Jérémie Voix	Développement d'une méthode de mesure de l'exposition sonore effective sous un protecteur auditif et application au développement de protecteurs auditifs dosimétriques
SAQ	Michel Vaillancourt, Alan Carter et Daniel Perraton	Projet de recherche sur l'incorporation et la valorisation du verre de postconsommation dans les structures de chaussées et les enrobés bitumineux
UDMN	Sylvie Nadeau et 15 autres professeurs	Volet « mineur – véhicules miniers – équipement de protection individuelle »

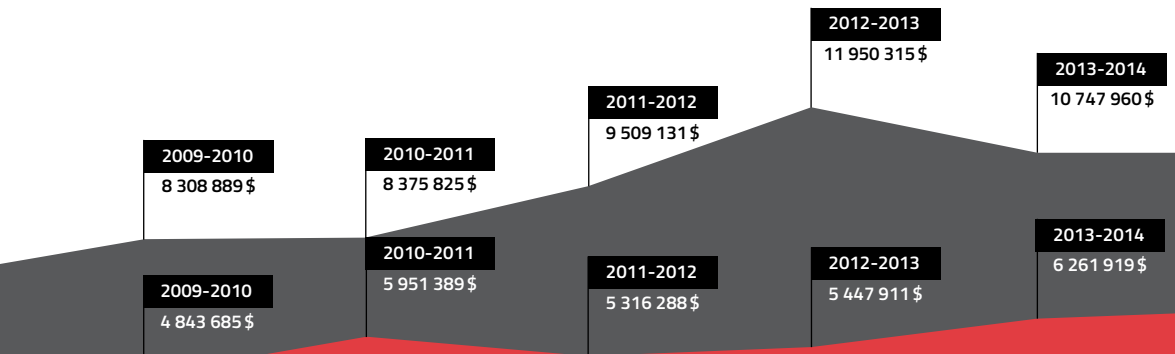
UN BILAN EN QUELQUES CHIFFRES...

INTENSITÉ DE LA RECHERCHE (\$ / PROF)

Financement moyen par professeur au-dessus de la moyenne des universités canadiennes

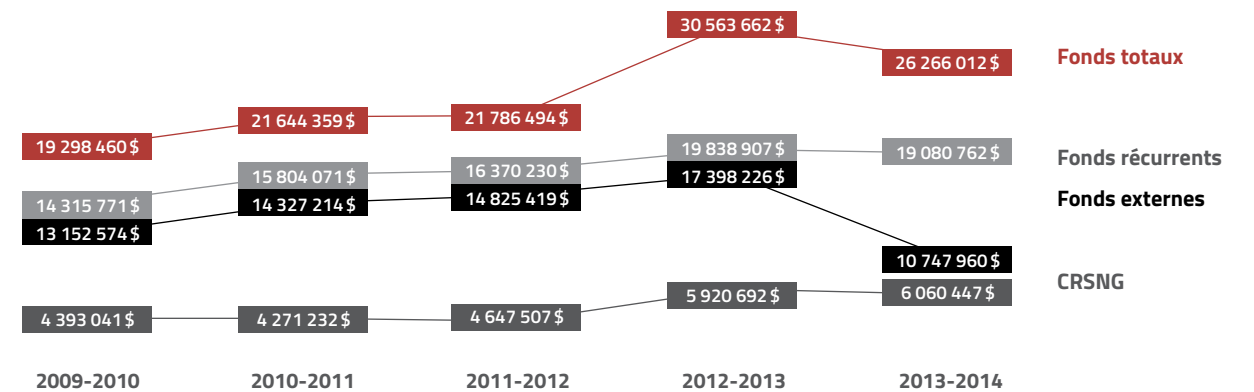


CONTRATS ET SUBVENTIONS EXTERNES



PRINCIPALES CATÉGORIES DE FONDS DE RECHERCHE

Les bourses versées aux étudiants des cycles supérieurs sont incluses dans le calcul des fonds totaux.



...ET EN QUELQUES MOTS.

Chers lecteurs, chers amis¹,

Si on s'arrête un moment pour faire le bilan de l'année qui vient de s'écouler, on constatera de nombreux motifs de réjouissances. En effet, la période 2013-2014 fut marquante dans l'histoire de l'ÉTS.

Premier constat : nous avons connu, cette année encore, une croissance importante du nombre d'admissions, et ce, à tous les cycles. Cette statistique va bien au-delà des simples chiffres. Elle confirme ce que nous percevons en échangeant avec les étudiants et ce que nous glanons de leurs conversations entre eux : les jeunes croient en l'ÉTS pour construire leur avenir. C'est pour nous l'aboutissement d'efforts soutenus et, en même temps, une grande responsabilité. Et je sais que nous serons à la hauteur de leurs attentes.

À mesure que nous accueillions ces jeunes cerveaux enthousiastes, nous avons embauché plusieurs jeunes professeurs prometteurs qui assureront la continuité de l'excellence dans la recherche et la transmission des savoirs.

Conscients de l'importance des structures organisationnelles pour la recherche, nous avons mis sur pied un *Chantier de la recherche*, dont les travaux ont débouché sur une réorganisation stratégique de ces structures. Le but de cette réflexion était bien sûr de procurer aux chercheurs et aux étudiants des cycles supérieurs les meilleures conditions possibles pour réaliser des projets novateurs, stimulants et propres à faire avancer la science. La plupart des services de l'École ont été touchés par cette réorganisation, dont nous sommes très fiers.

Le Décanat à la recherche a lui aussi été fort actif. Plusieurs projets ont été lancés qui, nous en sommes convaincus, auront un impact positif sur l'École pour de nombreuses années.

Nous le savons, les professeurs de l'ÉTS rayonnent ici comme à l'étranger, et plusieurs distinctions sont venues souligner leur brio, augmentant du coup notre reconnaissance internationale. Au cours de la dernière année seulement, pas moins de sept chaires de recherche ont été financées par l'École afin de renforcer le rôle de leurs titulaires comme chefs de file dans leurs domaines respectifs.

¹Veillez prendre note que la période de référence se situe entre le 1^{er} avril 2013 et le 31 mars 2014 et que l'usage du masculin vise uniquement à alléger le texte.

Dans le milieu hautement compétitif de la recherche de pointe, le financement est, avec le talent, le nerf de la guerre. Or, à ce chapitre aussi la dernière année a été positive, avec 19 M\$ de fonds récurrents. Les projets en partenariat représentent toujours plus des deux tiers du financement de la recherche, ce qui s'inscrit logiquement dans notre mission de servir l'industrie.

Selon le palmarès des *50 universités canadiennes les plus actives en recherche*, publié annuellement par l'organisme *Research Infosource*, l'ÉTS figure maintenant au 31^e rang en matière de financement global et en 15^e position en ce qui a trait à l'intensité de la recherche. Au chapitre de la croissance relative de nos activités de recherche par rapport à l'année précédente, l'ÉTS se classe 4^e au Canada, toujours selon ce palmarès. Une position très enviable.

Ce bilan extrêmement positif nous procure une grande satisfaction, mais il appelle aussi à faire encore davantage. Le potentiel de notre École est immense, et nous continuerons de travailler avec ardeur pour continuellement repousser les limites.

J'aimerais terminer en soulignant l'apport considérable de tout le monde. Les succès de l'ÉTS sont rendus possibles grâce aux efforts soutenus et concertés des professeurs, des professionnels de recherche, des étudiants des cycles supérieurs et de tout le personnel de soutien.

À vous tous et toutes, merci, et félicitations !

Sylvain G. Cloutier,
Doyen de la recherche



PLAN DE RECHERCHE STRATÉGIQUE

Afin de saisir correctement l'ampleur et la spécificité de la recherche pratiquée à l'ÉTS, une représentation matricielle en huit grands domaines de R-D est proposée. Les cinq premiers domaines (divisions verticales) correspondent aux **secteurs d'affaires** généralement reconnus par le milieu économique, les grappes industrielles et les différents paliers de gouvernement. Les axes de recherche actifs à l'ÉTS, appartenant à l'un ou l'autre de ces grands secteurs d'affaires, sont énumérés en tête de colonne.

Les trois niveaux de **technologies habilitantes** (divisions horizontales) correspondent aux principales approches de R-D en génie, allant du plus théorique (idéation, conception) au plus tangible et/ou pratique (caractérisation des matériaux, nanotechnologies). Ces domaines transversaux sont d'un intérêt concurrentiel pour tous les secteurs d'affaires et se déclinent eux aussi en une série d'axes d'intervention.

À la lecture de ce tableau, on constate clairement l'interdépendance entre les secteurs et les technologies. On peut aussi conclure que chaque professeur et chaque projet de recherche peut être répertorié à l'intersection d'un secteur d'affaires et d'une technologie habilitante.

SECTEURS D'AFFAIRES

TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ

- Biomécanique et biomatériaux
- Imagerie et dispositifs médicaux
- Santé et sécurité du travail
- Télésanté, dossier patient électronique

TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DES COMMUNICATIONS (TIC)

- Dispositifs électro-optiques et RF, microsystèmes, capteurs/senseurs, MEMS, RFID
- Microélectronique, microfabrication LTCC
- Télécommunications

ENVIRONNEMENT ET CONSTRUCTION

- Changements climatiques
- Construction, infrastructures urbaines, réhabilitation
- Décontamination des sols, traitement de l'eau, recyclage
- Routes, matériaux bitumineux

AÉROSPATIALE ET TRANSPORT TERRESTRE

- Aérodynamique, aéroélasticité
- Procédés de fabrication, performance en service, avionique
- Propulsion et turbine à gaz
- Transport en commun, cyber transport

ÉNERGIE

- Électronique de puissance, efficacité énergétique
- Énergies renouvelables
- Production, transport, distribution d'électricité
- Thermique, conversion d'énergie, biocarburants

SCIENCES DE L'INGÉNIERIE

- Idéation et conception
- Modélisation, simulation, analyse, optimisation
- Gestion des opérations, de la production et de la chaîne d'approvisionnement
- Gestion de projet, analyse du cycle de vie, homologation
- Gestion de l'innovation

LOGICIELS ET APPLICATIONS INFORMATIQUES

- Génie logiciel, sécurité, biométrie, surveillance
- Multimédia: IA, infographie, interfaces, vidéo, vision, voix, documents numériques
- Maintenance, qualité, systèmes embarqués

MATÉRIAUX ET FABRICATION

- Systèmes manufacturiers, robotique, automatisation
- Développement de produits et prototypage, optimisation des procédés de fabrication
- Caractérisation des matériaux et essais *in situ* ; développement de matériaux avancés
- Dynamique des machines et vibrations
- Éléments de machines : réservoirs sous pression, étanchéité, tribologie et engrenages
- Mise en forme, usinage propre, haute vitesse et performant
- Nanotechnologies

AÉROSPATIALE ET TRANSPORT TERRESTRE :

Chaire de recherche industrielle CRSNG-P&WC sur l'intégration et l'optimisation du système de propulsion

Chaire de recherche du Canada en technologies de modélisation et simulation des aéronefs

Chaire de recherche industrielle en technologies de mise en forme des alliages à haute résistance mécanique (CM2P)

Chaire de recherche ÉTS sur la réhabilitation et le renforcement des infrastructures

Chaire de recherche ÉTS sur l'ingénierie des procédés, des matériaux et des structures pour la fabrication additive

Équipe de recherche en dynamique des machines, des structures et des procédés – DYNAMO

Laboratoire d'analyse des contraintes par éléments finis et expérimentation – ACEFE

Laboratoire de fabrication et de caractérisation des matériaux composites – LFCMC

Laboratoire de recherche en commande active, avionique et en aéroélasticité – LARCASE

Laboratoire de thermofluide pour le transport – TFT

Laboratoire d'ingénierie des produits, procédés et systèmes – LIPPS

Laboratoire d'optimisation des procédés de fabrication en aéronautique – LOPFA

Laboratoire spécialisé en systèmes embarqués, navigation et avionique – LASSENA

Laboratoire sur les alliages à mémoire et les systèmes intelligents – LAMSI

ÉNERGIE :

Chaire de recherche du Canada en conversion de l'énergie électrique et en électronique de puissance

Chaire de recherche ÉTS sur la sécurité des réseaux électriques

Chaire de recherche industrielle en technologies de l'énergie et en efficacité énergétique – T3E

Chaire Hydro-Québec/TransÉnergie sur la simulation et la commande des réseaux électriques

Centre de technologie thermique – CTT

Groupe de recherche en électronique de puissance et commande industrielle – GREPCI

Laboratoire de recherche sur l'aérodynamique des éoliennes en milieu nordique – AEMN

ENVIRONNEMENT ET CONSTRUCTION :

Chaire de recherche du Canada en caractérisation des sites contaminés

Chaire de recherche industrielle Pomerleau sur l'intégration des pratiques et des technologies en construction

Chaire de recherche ÉTS sur les mélanges et nanocomposites à base de thermoplastiques

Équipe de développement et recherche en structures et réhabilitation – DRSR

Groupe de recherche en intégration et développement durable en environnement bâti – GRIDD

Groupe de recherche spécialisé en développement et en recherche appliquée à la modélisation de l'eau – DRAME

Groupe de recherche sur les applications numériques en ingénierie et en technologie – GRANIT

Laboratoire de géotechnique et de génie géoenvironnemental – LG2

Laboratoire de modélisation graphique pour la planification des projets de construction – MGPlan

Laboratoire d'ingénierie pour le développement durable – LIDD

Laboratoire sur les chaussées et matériaux bitumineux – LCMB

Station expérimentale des procédés pilotes en environnement – STEPPE

LES CHAIRES ET UNITÉS DE RECHERCHE PAR SECTEUR D'AFFAIRES

TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ :

Chaire de recherche du Canada en génie pour l'innovation en traumatologie spinale

Chaire de recherche du Canada en imagerie 3D et ingénierie biomédicale

Chaire de recherche du Canada en robotique de précision

Chaire de recherche du Canada sur les biomatériaux et les implants endovasculaires

Chaire de recherche en matériaux et équipements de protection utilisés en santé et sécurité du travail

Chaire de recherche industrielle en technologies intra-auriculaire Sonomax-ÉTS – CRITIAS

Chaire de recherche ÉTS en robotique interactive

Chaire de recherche en orthopédie Marie-Lou et Yves Cotrel de l'Université de Montréal et de l'ÉTS

Équipe de recherche en sécurité du travail – ÉREST

Laboratoire de commande et de robotique – CoRo

Laboratoire de traitement de l'information en santé – LATIS

Laboratoire de recherche en imagerie et orthopédie – LIO

Laboratoire d'imagerie interventionnelle – LIVE

TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DES COMMUNICATIONS (TIC) :

Chaire de recherche industrielle CRSNG-Ultra Électronique en communication sans fil d'urgence et tactique

Chaire de recherche du Canada sur la durabilité écologique d'Eco-Cloud

Chaire de recherche du Canada sur les matériaux et composants optoélectroniques hybrides

Chaire de recherche industrielle Vantrix en optimisation vidéo

Chaire de recherche ÉTS sur la sécurisation de la couche physique des réseaux sans fil

Chaire de recherche ÉTS sur les systèmes de surveillance adaptatifs et évolutifs dans les environnements dynamiques

Laboratoire de communications et d'intégration de la microélectronique – LACIME

Laboratoire de communications multimédias en téléprésence – Synchronédia

Laboratoire de conception et contrôle des systèmes de production – C2SP

Laboratoire de gestion des réseaux informatiques et de télécommunications – LAGRIT

Laboratoire de recherche en génie logiciel – GÉLOG

Laboratoire de recherche en multimédia – LABMULTIMÉDIA

Laboratoire de recherche sur l'ingénierie des organisations dans un contexte d'entreprise numérique – NUMERIX

Laboratoire d'imagerie, de vision et d'intelligence artificielle – LIVIA

Laboratoire d'intégration des technologies de production – LITP

Laboratoire en architecture de systèmes informatiques – LASI

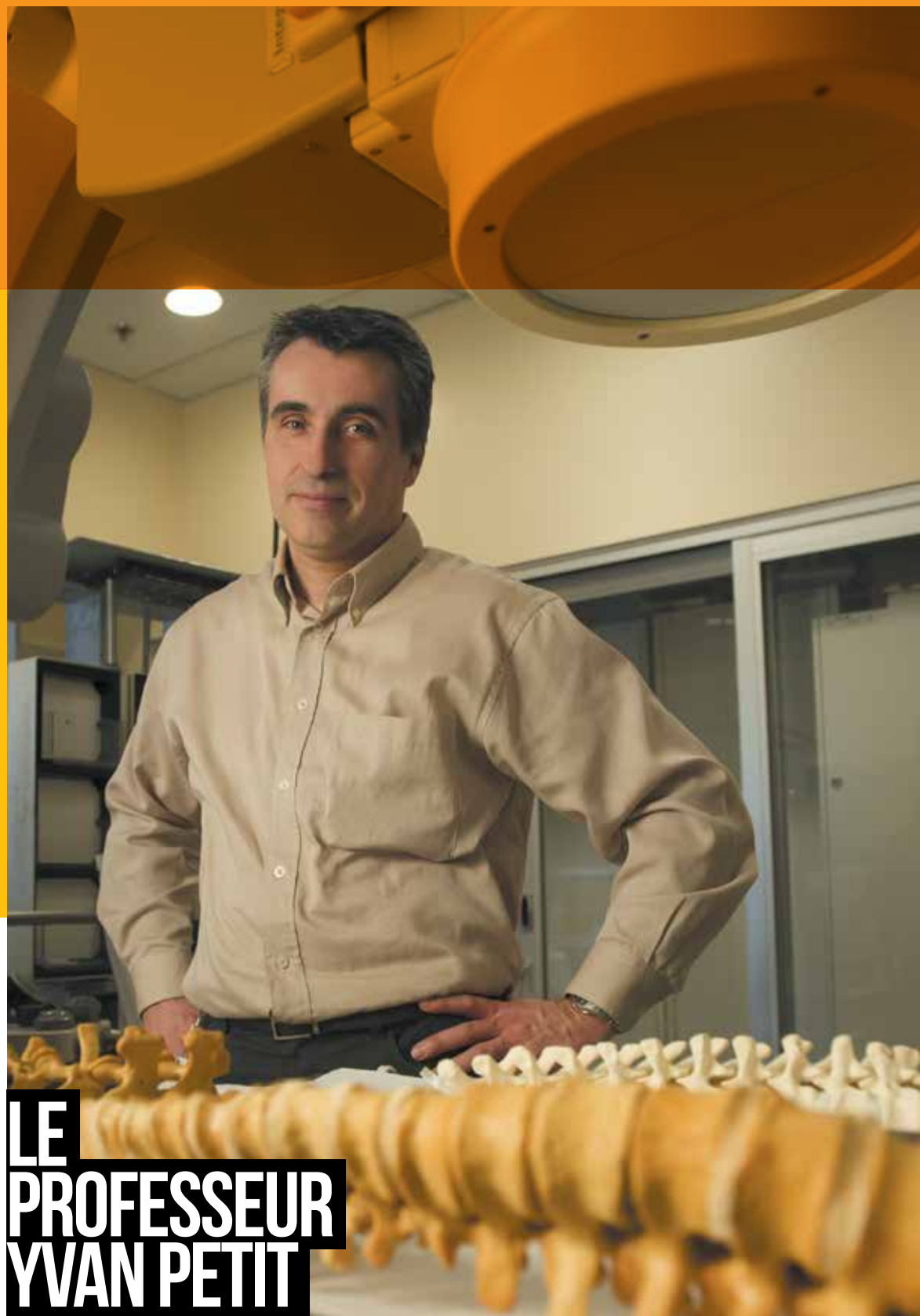
Recherche avancée en télécommunications – COMUnité

LE GÉNIE MÉCANIQUE AU SERVICE DE LA SANTÉ

IL S'INTÉRESSE À LA BIOMÉCANIQUE DES OS ET DES ARTICULATIONS ; À L'ÉVALUATION, À LA PRÉVENTION ET AU TRAITEMENT DES TRAUMATISMES SPINAUX ET MÉDULLAIRES ; ET À LA CONCEPTION DE NOUVEAUX DISPOSITIFS PROTECTEURS ET MÉDICAUX. POUR LE DIRE PLUS SIMPLEMENT, IL AMÉLIORE LA QUALITÉ DE VIE DE BEAUCOUP DE GENS.

Yvan Petit est professeur au Département de génie mécanique associé à l'Équipe de recherche en sécurité du travail (ÉREST), membre du Laboratoire de recherche en imagerie et orthopédie (LIO) et titulaire de la Chaire de recherche du Canada en génie pour l'innovation en traumatologie spinale. Ses domaines d'expertise comprennent la conception assistée par ordinateur (CAO), la biomécanique, les dispositifs médicaux et de protection, les os et articulations et les technologies de fabrication additive.

Si on voulait résumer la nature des travaux d'Yvan Petit, on pourrait dire qu'il utilise les ressources de l'ingénierie pour comprendre l'origine des traumatismes. Parmi ses principaux projets en cours, l'un porte sur les fractures de la hanche, l'autre sur la colonne vertébrale.



LE
PROFESSEUR
YVAN PETIT

« IL NE S'AGIT PAS JUSTE DE VIVRE PLUS VIEUX, MAIS DE BIEN VIVRE PLUS LONGTEMPS. »

Mieux réparer les fractures de la hanche

En collaboration avec un spécialiste de la réparation des fractures du grand trochanter, Yvan Petit travaille à concevoir une nouvelle prothèse plus performante. Celle-ci permettra de mieux fixer les os fracturés, sera moins sujette aux bris et durera plus longtemps.

Mieux comprendre et prévenir les traumatismes vertébraux et médullaires

Yvan Petit cherche à mieux comprendre comment se produisent les traumatismes, à mieux les évaluer et à les prévenir plus efficacement. La mise au point d'outils d'évaluation et de simulation permettra au chercheur de déterminer comment se sont produits les traumatismes, quels sont les patrons des fractures et quelle est la relation entre la qualité de l'os et le type de fracture.

Partenaires

Les travaux du professeur Petit sont réalisés avec de nombreux partenaires, dont l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal, l'École Polytechnique de Montréal, Aix-Marseille Université, l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), AmorChem et Pega Medical.

Cet intellectuel de premier ordre est d'abord et avant tout un... manuel, doublé d'un pragmatique. Il aime construire de ses mains, tester empiriquement, « voir si ça marche ». Son temps libre, il le passe grimpé sur une échelle, un marteau à la main – sauf les lundis soirs, où le hockey règne en maître.

VERS L'OPTIQUE DANS LES ORDINATEURS

« TOUT SE JOUE SUR TROIS PLANS : DISTANCE, VITESSE ET DENSITÉ. »



LA
PROFESSEURE
VÉRONIQUE FRANÇOIS



LES AVANCÉES DANS LE DOMAINE DES FIBRES OPTIQUES, DES DISPOSITIFS PHOTONIQUES ET DES CIRCUITS OPTOÉLECTRONIQUES ONT RÉVOLUTIONNÉ L'UNIVERS DES TÉLÉCOMMUNICATIONS. UN AUTRE PROGRÈS MAJEUR SE DESSINE, DANS LEQUEL LA FIBRE OPTIQUE, PLUS DENSE QUE JAMAIS, JOUERA UN RÔLE PRÉPONDÉRANT. ET VÉRONIQUE FRANÇOIS N'EST PAS ÉTRANGÈRE À SON AVÈNEMENT.

Après avoir passé 11 ans comme chercheuse dans l'industrie bouillonnante des télécommunications optiques, Véronique François est, depuis 2003, professeure au Département de génie électrique de l'ÉTS. Ses champs d'expertise couvrent notamment la photonique, l'instrumentation optique, les fibres optiques, les interconnexions optiques et les commutateurs optiques configurables.

Accroître la densité spatiale

Certaines tâches qui nécessitent une formidable puissance de calcul, comme les prévisions météorologiques, l'étude du climat ou la modélisation moléculaire, sont réalisées par des superordinateurs. Ces machines de haute performance contiennent de très nombreux cœurs qui doivent être reliés entre eux par ce qu'on appelle les « interconnexions ». Traditionnellement faites de cuivre, elles sont aujourd'hui remplacées par des interconnexions optiques. Mais si ces dernières sont parfaites pour les communications entre boîtiers, elles demeurent trop grosses pour les circuits électroniques.

Des fibres microstructurées à cœurs multiples

Pour résoudre ce problème de taille, Véronique François cherche à augmenter la densité spatiale des interconnexions en travaillant avec des fibres microstructurées à cœurs multiples plutôt qu'avec des fibres optiques conventionnelles. Il s'agit de fibres dotées de plusieurs guides d'ondes pouvant transmettre les données en parallèle.

La fibre monomode

Une autre avenue explorée par Véronique François est celle de l'intégration de la fibre optique monomode dans les interconnexions optiques, lesquelles fonctionnent actuellement avec des fibres multimodes qui ne permettent pas la transmission des données sur plus de 500 mètres. Avec la croissance phénoménale de la quantité de données, certains gros noms de l'industrie – Facebook et Google, entre autres – demandent des liaisons pouvant couvrir jusqu'à 2 000 mètres pour raccorder leurs gigantesques parcs informatiques.

À l'heure actuelle, on en est encore au stade de la recherche. Mais selon Véronique François, véritable pionnière dans son secteur, les fibres microstructurées et multicœurs feront leur apparition d'ici cinq ans, annonçant une nouvelle révolution technologique.

Comment franchir de grands espaces en peu de temps ? Certes, avec la fibre optique, Véronique François a trouvé la voie la plus rapide. Elle a cependant déjà envisagé un moyen plus traditionnel, plus romantique aussi de se jouer des distances : piloter des avions de ligne long-courriers.



LE
PROFESSEUR
OMAR CHAALLAL



PRÈS DE LA MOITIÉ DU PATRIMOINE BÂTI DU QUÉBEC NÉCESSITE UNE INTERVENTION. QUAND ON SAIT QU'ON NE REMPLACE LE VIEUX PAR DU NEUF QUE DANS DES CAS EXCEPTIONNELS, ON MESURE L'IMPORTANCE DES TRAVAUX DE RÉHABILITATION ET DE RENFORCEMENT. OMAR CHAALLAL EST L'UN DES SPÉCIALISTES MONDIAUX DANS CE DOMAINE.

Le professeur Chaallal enseigne au Département de génie de la construction. Ses principaux domaines de spécialisation sont les structures, le béton armé, le renforcement, les matériaux composites, l'analyse sismique et l'interaction sol-structure. Il dirige l'équipe de développement et recherche en structures et réhabilitation (DRSR). Il a signé plusieurs livres et plus d'une centaine d'articles scientifiques.

La réhabilitation et les matériaux composites

Si la détérioration des infrastructures est une réalité partout en Occident, le problème est particulièrement marqué au Québec. Dans la majorité des cas, on choisira de prolonger leur durée de vie par des interventions ciblées de réhabilitation.

Le processus d'intervention se fait en trois étapes : l'évaluation, le diagnostic et la méthode. Il s'agit 1) de constater les dégâts ; 2) d'en déterminer la cause et le remède ; et 3) d'élaborer un plan de réhabilitation qui tient compte des diverses contraintes techniques et socio-économiques.

PRÉSERVER L'ANCIEN AVEC DU NOUVEAU

« LES MATÉRIAUX COMPOSITES SONT DISCRETS ; ILS NE DÉFIGURENT PAS LA STRUCTURE. »

Et si le béton était jusqu'à récemment la matière de prédilection des ingénieurs, on se tourne aujourd'hui de plus en plus vers les matériaux composites pour les travaux de réhabilitation.

Pourtant, leur utilisation n'est pas simple, notamment parce qu'on les connaît moins : comment réagiront-ils dans une situation donnée ? Omar Chaallal et son équipe réalisent en laboratoire des essais poussés qui permettent de mesurer les propriétés des matériaux et des structures réhabilitées et de prévoir leur réaction dans des conditions d'exploitation réelles.

Le cisaillement

Le groupe de recherche dirigé par Omar Chaallal est un leader mondial en matière de réhabilitation des structures déficientes à l'effort tranchant – souvent caractérisées par des fissures diagonales

– à l'aide de matériaux composites. Il a développé une méthode citée dans le monde entier, baptisée *Embedded through-section (ETS) method*.

Autres projets

Parmi les nombreux autres projets auxquels ce prolifique chercheur a récemment travaillé, mentionnons la mise en conformité sismique de structures en hauteur et de ponts tenant compte de l'interaction entre le sol et la structure.

Pour décrocher, Omar Chaallal affectionne les étendues désertiques comme on en trouve en Arizona ; il y marche, souvent en solitaire, méditatif, songeant peut-être à un nouveau matériau.

LE SAVOIR DE POINTE POUR UNE ACTIVITÉ MILLENAIRE

LES ALLIAGES MÉTALLIQUES À HAUTE RÉSISTANCE MÉCANIQUE SONT DES MATÉRIAUX DE CHOIX POUR LA FABRICATION DES PIÈCES CRITIQUES DANS LES INDUSTRIES DU TRANSPORT ET DE L'ÉNERGIE. LES EXIGENCES CROISSANTES ET LA GRANDE COMPÉTITIVITÉ DU MARCHÉ REQUIÈRENT LA CONCEPTION DE NOUVEAUX ALLIAGES PLUS PERFORMANTS. CELA DEMANDE UNE COMPRÉHENSION FONDAMENTALE DU MATÉRIAU, DU PROCÉDÉ ET DES PROPRIÉTÉS EN SERVICE.

Mohammad Jahazi est professeur au Département de génie mécanique. Depuis plus de 25 ans, ses travaux portent sur la mise en forme et l'assemblage des alliages à haute résistance mécanique. Titulaire d'une chaire industrielle et ayant plus de 180 publications à son actif, il est reconnu comme un expert de niveau international.

Des alliages extrêmement sollicités

Pour mieux comprendre les interactions entre le matériau, le procédé de mise en forme et les propriétés en service, le professeur Jahazi étudie les microstructures qui les contrôlent et qui influent sur les propriétés des alliages. Ces derniers sont soumis à des charges mécaniques extrêmes, et leur fiabilité doit être totale. C'est dans cette quête de perfection que tout l'art du chercheur se manifeste.

Amélioration des procédés

Les travaux de Mohammad Jahazi visent notamment l'optimisation des procédés de fabrication avec, en toile de fond, la concurrence internationale et les préoccupations environnementales.

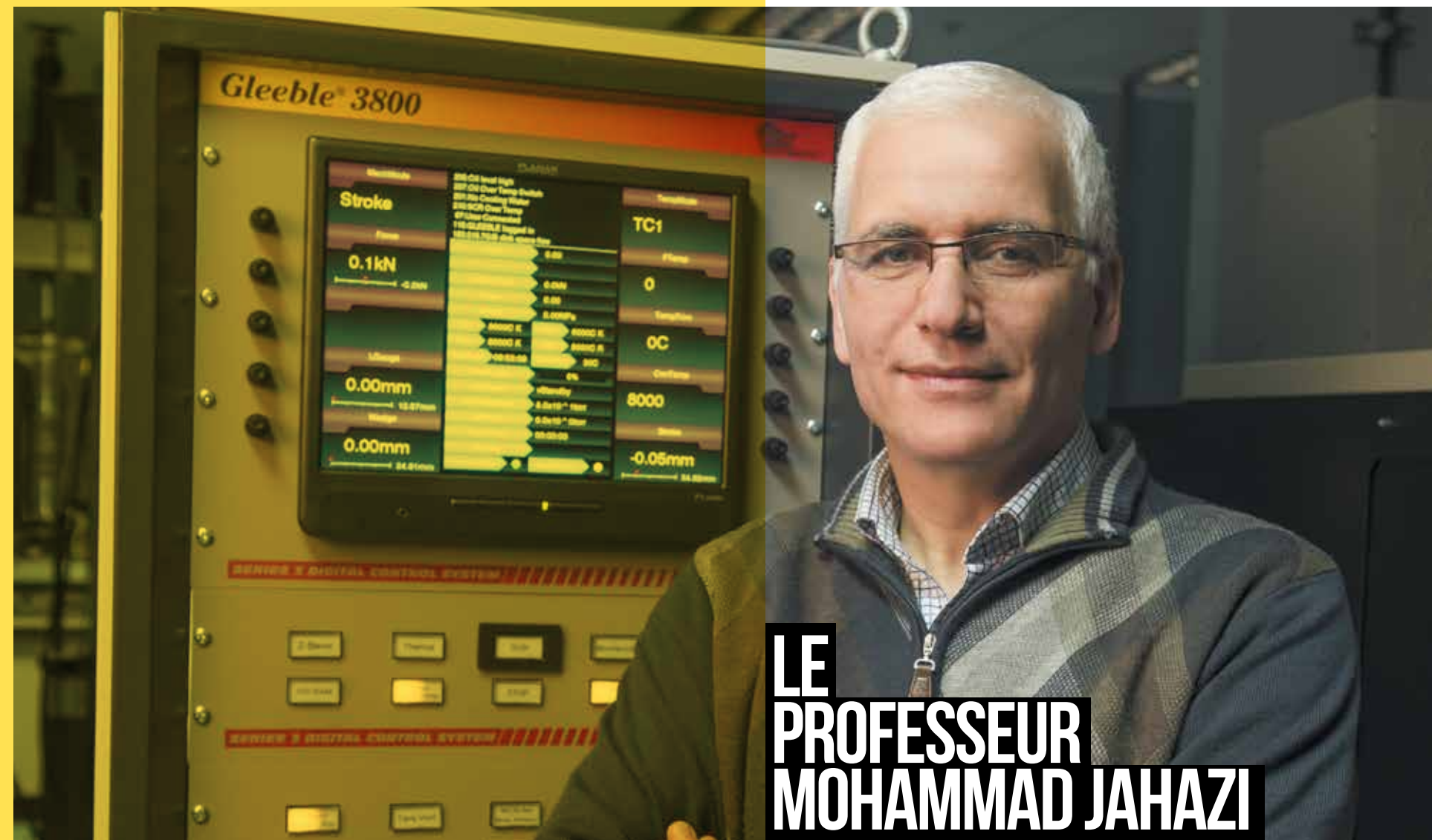
À titre d'exemple, l'industrie du transport demande de plus en plus des lingots de très grandes dimensions. Ces lingots mettent beaucoup de temps à se solidifier, et il est impératif que leurs microstructures soient exemptes de toute hétérogénéité. Une meilleure compréhension des mécanismes gouvernant ces deux facteurs permettra de réduire le temps de solidification et d'obtenir les microstructures désirées. Au final, on accroîtra la qualité et la productivité, et on réalisera des économies substantielles tout en réduisant l'empreinte écologique.

« IL Y A UNE CERTAINE POÉSIE DANS LA
FABRICATION D'UNE PIÈCE D'ACIER. »

Une relation gagnant-gagnant

L'industrie a un formidable savoir-faire, certes, mais il lui manque l'expertise scientifique de chercheurs comme Mohammad Jahazi. En échange de cette expertise les entreprises partenaires accueillent des étudiants, dans un contexte d'échange gagnant-gagnant.

Il y a loin de la lourdeur d'une pièce d'acier à la délicatesse d'un poème. Pourtant, Mohammad Jahazi passe d'un univers à l'autre avec une grande aisance. Quand il n'est pas dans son laboratoire, il est dans son jardin, en montagne ou le nez dans un recueil de poésie perse. Et parions que c'est une poutre solide qui relie ces deux mondes.



LE
PROFESSEUR
MOHAMMAD JAHAZI

CONVERTIR L'ÉNERGIE

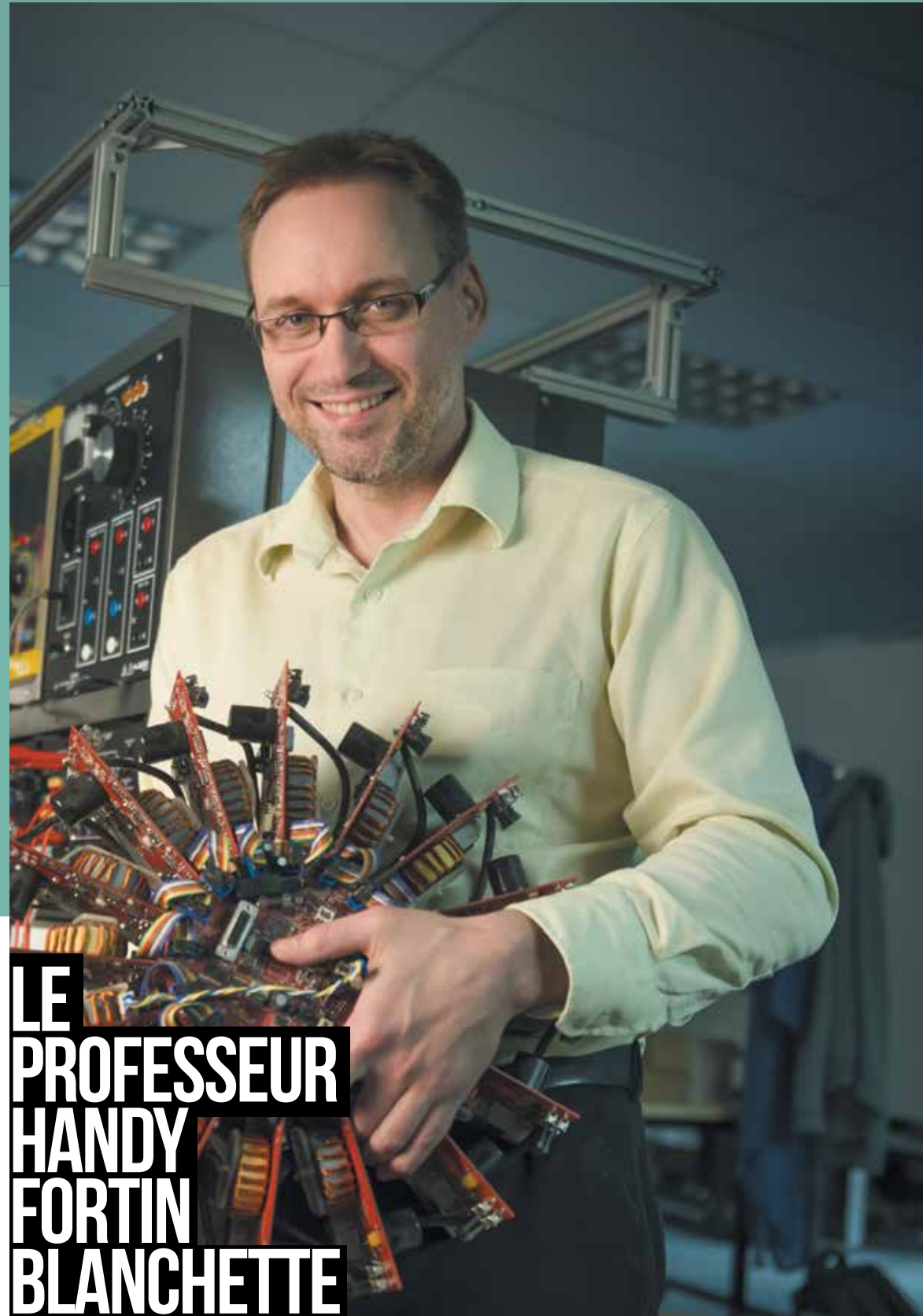
AU COURS DES DERNIÈRES DÉCENNIES, NOUS AVONS MULTIPLIÉ LES FORMES D'ÉNERGIE UTILISÉES DANS LA VIE QUOTIDIENNE. IL N'EST PLUS RARE DE VOIR UN MOTEUR OU UN BÂTIMENT ÊTRE ALIMENTÉ PAR DIVERSES SOURCES. POUR QUE TOUT FONCTIONNE, SOIT EFFICACE ET DEMEURE STABLE, IL FAUT SOUVENT CONVERTIR CES ÉNERGIES. C'EST LA SPÉCIALITÉ DE HANDY FORTIN BLANCHETTE.

Professeur au Département de génie électrique, ce chercheur cumule plus de 10 ans d'expérience industrielle. Ses domaines d'expertise sont la modélisation et la fabrication de convertisseurs de puissance à haute densité, ainsi que la simulation des unités de traction électriques en temps différé et en temps réel sur un réseau prédiffusé programmable par l'utilisateur (FPGA – Field Programmable Gate Array).

Pour le dire plus simplement, il est spécialisé en conversion d'énergie.

Maîtriser les champs électromagnétiques

Une amélioration de quelques points de pourcentage du processus de conversion aura une incidence significative à long terme. Pour y parvenir, on recourt à de nouveaux matériaux, on réduit le poids, on joue sur le volume, on accroît la durabilité – et on optimise la disposition des pièces en fonction des champs électromagnétiques qui causent d'importantes perturbations nuisant à la performance.



**LE
PROFESSEUR
HANDY
FORTIN
BLANCHETTE**

« À L'HEURE OÙ LES BESOINS ÉNERGÉTIQUES MONDIAUX CROISSENT SANS CESSER, IL N'Y A PAS DE GAIN NÉGLIGEABLE EN MATIÈRE DE CONVERSION DE L'ÉNERGIE. »

Une expertise qui s'exporte

Son expertise en conversion d'énergie amène le chercheur dans des contrées où la haute technologie est moins répandue – en Inde notamment, où près de 30 000 villages sont alimentés par des sources énergétiques variées et extrêmement instables. Dans le cadre d'un projet conjoint avec une entreprise québécoise, on tente de brancher toutes ces sources à des convertisseurs multiports qui convertiront l'énergie et stabiliseront la tension. Ces convertisseurs sont conçus par le professeur Fortin Blanchette.

Optimiser par la simulation

Aujourd'hui, les multinationales ont largement recours à la simulation. Grâce aux simulateurs en temps réel, Handy Fortin Blanchette et ses collègues parviennent à reproduire des phénomènes physiques à la vitesse à laquelle ils se produisent dans la réalité, ce qui permet de parfaire les systèmes et d'améliorer la performance des convertisseurs.

Convertir l'énergie est une chose, mais Handy Fortin Blanchette a aussi la passion de transformer la matière : menuisier dans l'âme, il peut construire une maison comme d'autres font la cuisine. Il aime l'aspect concret des occupations manuelles, auxquelles il ne rechigne pas à consacrer énormément... d'énergie.

FAIRE COHABITER ROBOTS ET HUMAINS

« LES ROBOTS PEUVENT ENRICHIR NOS VIES. ET EN SAUVER. »



LE
PROFESSEUR
VINCENT DUCHAINE



ILS DÉTECTENT LA PRÉSENCE DES HUMAINS ET APPRENNENT À PARTAGER LEUR ESPACE. ILS ONT LE BOUT DES DOIGTS RECOUVERTS D'UNE PEAU « SENSORIELLE ». MÊME LEUR ASPECT LAISSE PARFOIS CROIRE QU'ON A AFFAIRE À DES CRÉATURES VIVANTES. BIENVENUE DANS L'UNIVERS DES ROBOTS HUMANOÏDES ET DANS CELUI DE VINCENT DUCHAINE.

Vincent Duchaine est l'incarnation même du chercheur d'exception, dont les travaux sont appuyés par de nombreux fonds de recherche. Professeur au Département de génie de la production automatisée depuis 2010, titulaire d'une chaire ÉTS en robotique interactive, le jeune chercheur – et entrepreneur à succès – jouit d'un rayonnement international depuis la fin de son doctorat.

Un visionnaire

La robotique est une passion pour Vincent Duchaine. Visionnaire, il a pour objectif d'amener les robots et les humains à partager en synergie un même espace de travail et, ultimement, un même espace de vie. Les retombées positives de ses recherches sont nombreuses, notamment dans les domaines de la réhabilitation, de l'aide aux personnes handicapées et de la chirurgie assistée.

Des robots sensibles à leur environnement

Cependant, la création de robots collaboratifs pose la grande question de la sécurité : comment peut-on s'assurer que des créatures si puissantes soient sans danger pour les personnes qui les côtoient ? Réponse : en les rendant conscientes de leur environnement.

Vincent Duchaine munit ses robots de capteurs qui les aident à percevoir leur environnement. Il les dote également du sens du toucher, grâce à une sorte de peau artificielle qui peut détecter les contacts et les localiser, donnant ainsi au robot la capacité de réagir, de s'ajuster et de cohabiter avec l'humain.

Une main intelligente et sensible

Les travaux du chercheur débouchent sur des applications humaines. Les personnes ayant un bras artificiel sont dépourvues du sens du toucher et de la sensation des objets qu'ils saisissent. Vincent Duchaine a adapté ses travaux relatifs à la peau artificielle pour créer des capteurs tactiles qui reproduisent la sensibilité du bout des doigts d'une main saine. Ces capteurs sont collés à une prothèse, laquelle est rattachée à un appareil haptique posé sur le bras et capable de transmettre les sensations perçues.

Il y a deux autres carrières que Vincent Duchaine aurait pu embrasser et qui représentent bien sa personnalité créative et rigoureuse : astronaute ou professeur d'histoire. Passionné par le bateau-dragon, il essaie de convaincre ses coéquipiers qu'un robot ferait un excellent barreur.



LES CAMÉRAS DE SURVEILLANCE FONT PARTIE DE NOTRE QUOTIDIEN. ON POURRAIT CROIRE QUE CES MACHINES REPOSENT SUR UNE TECHNOLOGIE PLUTÔT SIMPLE : APRÈS TOUT, LE MOINDRE TÉLÉPHONE MOBILE PEUT FILMER AVEC UNE ÉTONNANTE PRÉCISION. LA RÉALITÉ EST TOUT AUTRE.

Professeur au Département de génie de la production automatisée depuis 2004, Éric Granger travaille dans le domaine émergent des systèmes de reconnaissance adaptatifs, avec une expertise particulière dans les secteurs suivants : systèmes à classificateurs multiples, systèmes adaptatifs et intelligents, reconnaissance de formes, vision par ordinateur, et ce, pour des applications en biométrie, en vidéosurveillance et en sécurité informatique. Il est membre du Laboratoire d'imagerie, de vision et d'intelligence artificielle (LIVIA) de l'ÉTS ainsi que du Regroupement stratégique pour l'étude des environnements partagés intelligents répartis (REPARTI).

Qu'est-ce que la reconnaissance faciale ?

La reconnaissance faciale relève de la biométrie. Elle désigne la reconnaissance automatique d'un individu à partir d'images de son visage. Le plus souvent, cela se fait par le rapprochement de deux images d'un visage – celle captée par les caméras du système de reconnaissance et celle déjà enregistrée dans la base de données.

LA VIDÉOSURVEILLANCE EN MODE ADAPTATIF

« BIENTÔT, LES CAMÉRAS RISQUENT D'ÊTRE PARTOUT. »

En vidéosurveillance, les systèmes captent des visages dans des séquences vidéo, ce qui nous conduit dans le domaine de spécialisation d'Éric Granger : concevoir des algorithmes qui permettront d'établir automatiquement un lien entre des visages filmés et des images de visages déjà enregistrées.

Les algorithmes adaptatifs

Mais entre la théorie et la pratique, il y a un monde. En effet, les conditions d'acquisition des images sont souvent médiocres (éclairage déficient, mouvement des sujets, variations de la résolution, vêtements qui cachent, port de lunettes, etc.), et il est très difficile de développer des systèmes fiables.

En réponse à ces difficultés, le professeur Granger et ses collègues élaborent des systèmes adaptatifs et intelligents. Ces systèmes reposent sur des algorithmes qui exploitent de nouvelles données opérationnelles et des informations contextuelles pour améliorer la reconnaissance.

Il ne fait aucun doute que la reconnaissance de visage en vidéosurveillance continuera de se développer à un rythme soutenu en raison de son extrême utilité en sécurité, mais aussi de son potentiel en marketing.

Si ses travaux annoncent l'avenir, c'est vers le passé qu'Éric Granger se tourne dans son temps libre. Féru d'histoire – cet automne, il était plongé dans la guerre civile américaine et les us et coutumes du Moyen Âge –, il n'écarte pas un retour aux études à sa retraite. Intellectuel un jour...

INVENTER DE NOUVEAUX MATÉRIAUX

AVEC LES POSSIBILITÉS TECHNOLOGIQUES, NOS HABITUDES DE CONSOMMATION ET LES IMPÉRATIFS ÉCONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX, LA DEMANDE POUR DE NOUVEAUX MATÉRIAUX DE QUALITÉ N'A JAMAIS ÉTÉ AUSSI GRANDE. LE MÉTIER DE NICOLE DEMARQUETTE EST D'EN INVENTER.

Nicole Demarquette est professeure au Département de génie mécanique. Elle est arrivée à l'ÉTS en 2012, après de nombreuses années passées à l'université de São Paulo, au Brésil. Elle dirige une chaire de recherche ÉTS consacrée aux mélanges et aux nanocomposites à base de thermoplastiques.

Pourquoi créer de nouveaux matériaux

La création de nouveaux matériaux répond à des besoins variés, lesquels se manifestent autant dans l'industrie (coûts de production moins élevés, propriétés mécaniques ou électriques particulières, légèreté) que chez les consommateurs ou au sein de la société (phénomènes de mode, préoccupations environnementales). Et la demande ne fait que croître.

Deux techniques de création

La façon la plus simple de créer de nouveaux matériaux plastiques est de mélanger deux polymères dans une extrudeuse ou un mixeur interne, de façon à en créer un troisième qui pourra réunir les propriétés des deux premiers si la morphologie du mélange est optimisée.

Il en existe une autre, qui consiste à ajouter un renfort nanométrique à une matrice thermoplastique pour obtenir des nanocomposites. Par exemple, si on veut donner à un matériau des propriétés de conduction, on lui ajoute des nanoparticules de carbone. Cette technique de création donne des résultats souvent très avantageux. En effet, ces renforts sont ajoutés en si faible quantité qu'ils réussissent à améliorer les propriétés du matériau sans en altérer la masse volumique. Un aspect capital dans l'industrie du transport, par exemple.

Contrôler la microstructure

Qu'on mélange des thermoplastiques ou qu'on ajoute des nanoparticules à un matériau pour mettre au point un nanocomposite, la grande difficulté consiste à obtenir la microstructure idéale, celle qui confèrera au nouveau matériau exactement les qualités visées. Car sans une morphologie adéquate, le polymère ne possèdera pas les attributs recherchés.

« TOUT SE JOUE DANS LA
MICROSTRUCTURE. »

La professeure Demarquette travaille également à la conception de produits obtenus par électrofilage, un procédé de fabrication qui utilise l'énergie électrique pour transformer une solution à base de polymère en fibres nanométriques, qui ont des propriétés très spécifiques.

Grande mélomane, Nicole Demarquette se serait facilement imaginée en chef d'orchestre. À défaut de créer des œuvres musicales, elle crée des matériaux, et trouve de grandes joies dans la pratique du piano et de la guitare classique, ainsi que dans l'écoute de Ravel, Debussy, Stravinsky ou Villa-Lobos.



LA
PROFESSEURE
NICOLE
DEMARQUETTE

LA DISCRIMINATION DES SONS (Découverte)
14 avril 2013
(André Bernard et Éric Lemyre)

« La tendance est maintenant de faire de la protection auditive intelligente et de faire de la discrimination entre ce qui sera utile, comme les signaux d'alarme ou la parole, et les signaux inutiles, comme le bruit. » – Jérémie Voix, professeur et titulaire de la Chaire de recherche industrielle en technologies intra-auriculaires
Sonomax-ÉTS (CRITIAS)

les affaires

RÉINVENTER LES TRANSPORTS EN COMMUN
15 mars 2014 (Nathalie Vallerand)

« On ne peut pas augmenter à l'infini le nombre de véhicules dans les villes. Et si ce n'est pas avec la Serpentine elle-même, on y arrivera avec la transformation graduelle de l'automobile. » – Mathias Glaus et Robert Hausler, professeurs et membres de la Station expérimentale des procédés pilotes en environnement (STEPPE-ÉTS)

ENTREVUE AVEC HANY MOUSTAPHA (en direct du Bourget)
29 juin 2013 (Maryse Jobin)

« Dans la région de Montréal, on est très chanceux. Avec tous les gros joueurs, avec quatre universités qui ont des programmes très forts en aérospatiale, avec le soutien du gouvernement du Québec pour les programmes de recherche, la grappe aérospatiale et les instituts. On a un beau réseau à Montréal. Un très fort *cluster*. » – Hany Moustapha, professeur et directeur d'AÉROÉTS.



PRÉVENIR ET GUÉRIR (Dossier gestion des risques)
Février-mars 2014 (Valérie Levée)

« Zéro accident, c'est un idéal à atteindre, mais comme c'est un phénomène probabiliste, un accident peut survenir, malgré toute la meilleure volonté du monde. » – Sylvie Nadeau, professeure et directrice de l'Équipe de recherche en sécurité du travail (ÉREST)



ÉTS : RENDRE LE TOUCHER À CEUX QUI L'ONT PERDU
11 juin 2013 (Martin Primeau)

« Comme humain, on a tendance à croire que le toucher est essentiellement associé à la pression, mais en réalité, ce sont des récepteurs sensibles aux variations qui sont les plus abondants sur nos doigts. » – Vincent Duchaine, professeur et titulaire de la Chaire de recherche ÉTS en robotique interactive.

L'ÉTS ET SES PROFESSEURS DANS LES MÉDIAS DU QUÉBEC

LE DEVOIR

DRAME – LES INFRASTRUCTURES À L'HEURE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES
20 avril 2013 (Caroline Rodgers)

Les infrastructures dont le Québec se dote aujourd'hui doivent prendre en compte les changements climatiques des prochaines décennies. Au Groupe de recherche spécialisé en développement et en recherche appliquée en modélisation de l'eau (DRAME) de l'ÉTS, on travaille à prédire de quelles façons ces changements affecteront l'hydrologie québécoise.



DES INGÉNIEURS À L'HÔPITAL
Mars 2014 (Dominique Forget)

« Il était temps », s'exclame l'ingénieur industriel Claude Olivier, professeur au Département de génie de la production automatisée à l'École de technologie supérieure, qui a analysé le fonctionnement de plusieurs hôpitaux, autant à Montréal qu'en région éloignée. « Sur le plan médical, estime-t-il, le Québec offre des soins de premier rang. Mais nous avons beaucoup de retard sur le plan de la logistique. Il y a des usines à cornichons qui sont mieux gérées que certains de nos hôpitaux. »

L'École de technologie supérieure fait partie du réseau de l'Université du Québec. Elle forme des ingénieurs et des chercheurs reconnus pour leur approche pratique et innovatrice. Classée au 24^e rang* des universités canadiennes, elle abrite plus d'une soixantaine de chaires, centres et laboratoires de recherche auxquels sont rattachés ses professeurs et ses étudiants de 2^e et 3^e cycles. Cette synergie d'expertise et d'excellence contribue au progrès scientifique, au développement de la productivité et de la qualité des industries, ainsi qu'à la formation d'une main-d'œuvre hautement qualifiée.

Pour plus d'information sur les chaires, les laboratoires et les groupes de recherche de l'ÉTS, visitez la rubrique Recherche et transfert technologique du site www.etsmtl.ca.

*Source : Research Infosource Inc. 2014

LE GÉNIE EST FAIT D'UN POUR CENT D'INSPIRATION ET DE QUATRE-VINGT-DIX-NEUF POUR CENT DE TRANSPIRATION.

Thomas A. Edison.



Décanat à la recherche et Bureau du support à la recherche : 514 396-8829
Renseignements et admission aux cycles supérieurs : 514 396-8888

École de technologie supérieure
1100, rue Notre-Dame Ouest
Montréal (Québec) H3C 1K3
www.etsmtl.ca