

PLAN



ÉTÉ 2024

ing.

VOL. 61
N° 2

**Repensons nos villes
avec des infrastructures
durables et des milieux
de vie innovants.**



La confiance est au rendez-vous avec des tarifs préférentiels sur les **assurances habitation et auto.**

Les membres pourraient économiser davantage en regroupant leurs assurances auto et habitation pour propriétaire, copropriétaire et locataire.



Obtenez une soumission et découvrez combien vous pourriez économiser!

Allez à tdassurance.com/OIQ ou composez le 1-844-257-2365





12



54



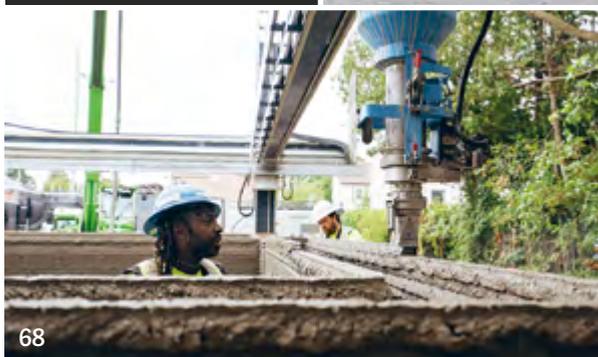
76



88



20



68

ACCOMPLIR

46 Manufactures 4.0 : surfer sur un océan de données massives

50 L'intelligence artificielle : entre cybermenace et cybersécurité

54 Concevoir un monde plus vert

58 Recherche en maillage et en géométrie numérique : de l'IA plein les dents

62 Nouvelle cohorte

VOIR GRAND

68 Imprimer sa maison : un rêve bien réel

76 Le campus Q01 de QScale : un bâtiment futuriste pour les ordinateurs de demain

84 La technologie au service du textile

88 Mobilité durable : des bus électriques inspirés de l'industrie aéronautique

94 David Préville, ing. : conducteur d'innovation

PRATIQUE EXEMPLAIRE

16 Conseils d'experts : bâtir une équipe collaborative

20 Gestion de la qualité et de la sécurité : prévenir le travail en vase clos

24 Conversation inspirante : moment charnière en construction

28 Encadrement professionnel

32 Déontologie professionnelle

34 Législation et jurisprudence

36 Assurance responsabilité professionnelle

42 Avis

7 Édito

8 Équité, diversité et inclusion : pour s'intégrer et exploiter son plein potentiel

RÉFLEXION

10 Changements climatiques : l'urgence de s'adapter

12 Clubs étudiants : leçon de leadership

14 L'évolution des compétences à l'ère de l'IA

PLAN

ÉTÉ 2024
VOL. 61 – N°2

- facebook.com/oiq.qc.ca
- linkedin.com/company/ordreingenieursqc
- instagram.com/ordreingenieursqc



Illustration : iStock

PLAN

La revue de l'Ordre des ingénieurs du Québec

La revue *PLAN* a pour objectif d'informer les membres de l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ) sur les conditions de pratique de la profession d'ingénieur au Québec ainsi que sur les services offerts par l'Ordre. Elle contribue à l'avancement de la profession et à la protection du public en présentant notamment des études de cas, des entrevues et des projets concrets qui influent sur l'environnement professionnel et la société.

Les opinions exprimées dans *PLAN* ne sont pas nécessairement celles de l'OIQ. La teneur des textes n'engage que les autrices et les auteurs. Les produits, méthodes et services annoncés sous forme publicitaire dans *PLAN* ne sont en aucune façon approuvés, recommandés ni garantis par l'OIQ. Le statut des personnes dont il est fait mention dans *PLAN* était exact au moment de l'entrevue.

DIRECTION

Éditrice : Marie Lefebvre, M. Sc.

RÉDACTION

Rédactrice en chef : Sandra Etchenda, réd. a.

Collaboration : Alain Bourque, M. Sc., Hadrien Chénier-Marais, Malika Daoud, Tommy Desbiens, CPI., M^e Martine Gervais, Marie-Julie Gravel, ing., Sonia Hachem, Ph. D., M^e Patrick Marcoux, Philippe-André Ménard, ing., François-Nicolas Pelletier, Caroline Pernelle, ing.

Rédaction : Gabrielle Anctil, Emmanuelle Gril, Pascale Guéricolas, Mélanie Larouche, Valérie Levée

Révision linguistique : Marie-Andrée L'Allier

Correction d'épreuves : Marco Chioini

Conseil, direction artistique et réalisation graphique : Éric Soulier

Impression : Imprimeries Transcontinental inc.

INFORMATION

Fréquence : trimestrielle – **Diffusion :** 75 282

Tirage : 16 600 exemplaires – Disponible sur oiq.qc.ca

Commentaires et suggestions : plan@oiq.qc.ca

Publicité : partenariat@oiq.qc.ca

MEMBRES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION 2023-2024

Présidente : Sophie Larivière-Mantha, ing., MBA

Menelika Bekolo Mekomba, ing., M. Ing., DESS

Normand Chevalier, ing., M. Ing.

Marco Dubé, ing.

Sandra Gwozdz, ing., FIC

Béatrice Laporte-Roy, ing.

Jean-Luc Martel, ing., Ph. D.

Nathalie Martel, ing., M. Sc. A., PMP

Christine Mayer, ing., M. Sc. A.

Michel Noël, ing., M. Sc. A., ASC

Michel Paradis, ing., M. Sc.

ADMINISTRATEURS NOMMÉS PAR L'OFFICE DES PROFESSIONS DU QUÉBEC

Joëlle Calce-Lafrenière, Adm. A., MBA

Alain Larocque, CRHA, ASC

Diane Morin, MBA

Catherine Nadeau

ing. Ordre des ingénieurs du Québec

1801, avenue McGill College, 6^e étage

Montréal (Québec) H3A 2N4

514 845-6141, poste 1

Envoi de Poste-publications • n° 40069191

Dépôt légal ISSN 0032-0536

Droits de reproduction, totale ou partielle, réservés

® Licencié de la marque *PLAN*, propriété de

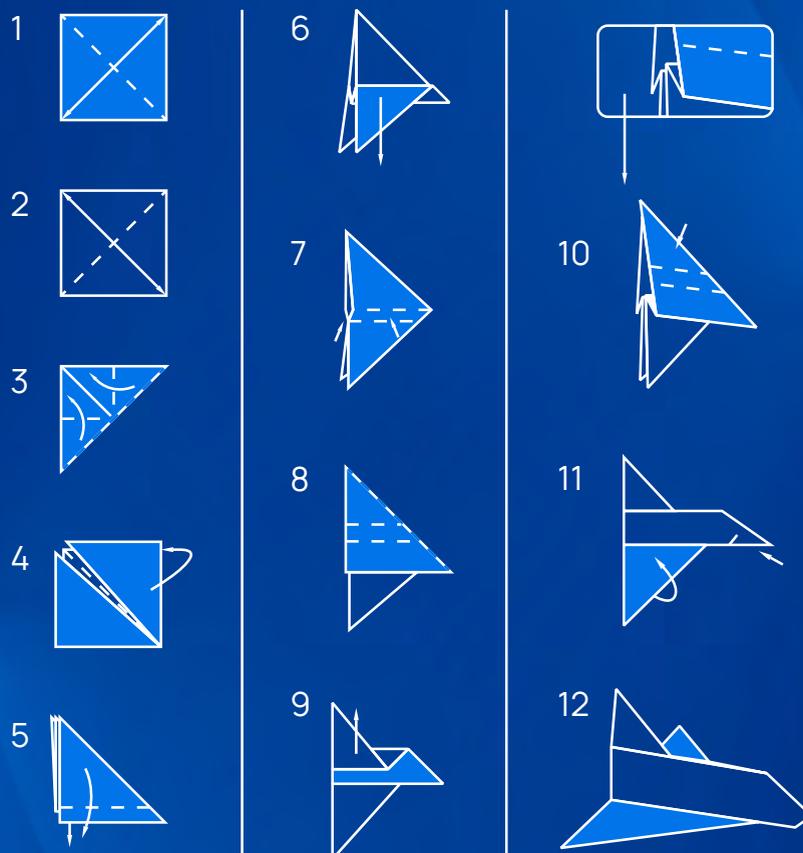
l'Ordre des ingénieurs du Québec

Contribution environnementale (données du fabricant) :

Imprimé sur un papier Enviro Print. En comparaison avec un papier non recyclé, ce choix permet d'épargner 172 arbres, 49 m³ d'eau (513 douches de 10 min), 11 211 kg de CO₂ (44 676 km parcourus en voiture), 300 GJ (1 387 687 ampoules de 60 W pendant 1 h) et 56 kg COVNM (55 134 km parcourus en voiture).



Si ta capacité à concevoir un avion dépasse le modèle en papier... on a des placements pour toi !



Découvre nos services d'investissement réservés aux diplômé·es en génie, leurs familles et leurs entreprises.

ferique.com/avion



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

FORFAIT DE FORMATIONS VIRTUELLES

6 H DE FORMATION — 149,95 \$*

LES GRANDS ENJEUX DE L'INGÉNIERIE

4^e révolution industrielle : opportunités et défis

Accélérer la transition énergétique

Contrer l'espionnage en entreprise

L'IA générative : impacts pour votre entreprise

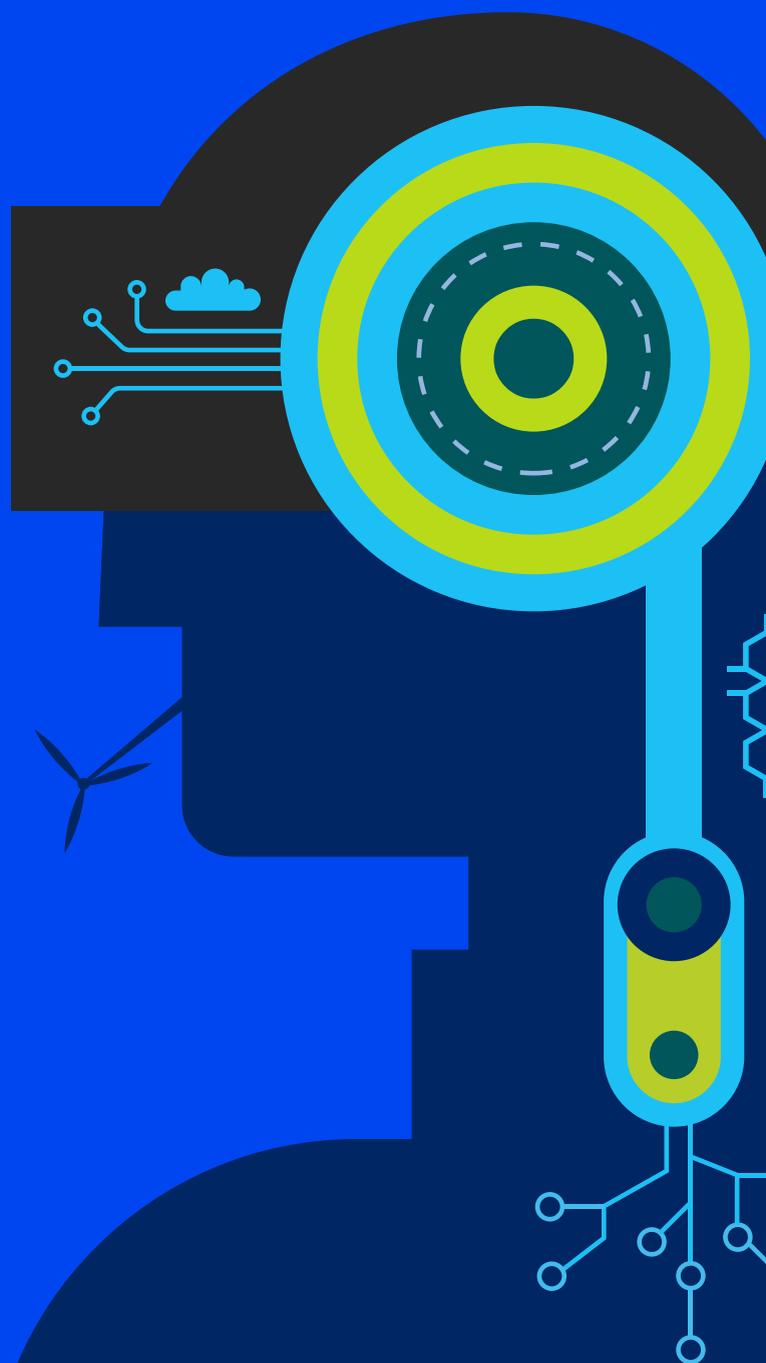
PROMO JUSQU'AU 30 JUIN 2024

Visitez : bit.ly/forfaitprintemps

*Une valeur de 239,80 \$



ing. Ordre
des ingénieurs
du Québec



**SOPHIE
LARIVIÈRE-MANTHA**
ing., MBA
Présidente



INFRASTRUCTURES DURABLES : UN TRIPLE DÉFI

En décembre dernier, un cégep montréalais a fermé d'urgence un pavillon en raison des risques liés à sa structure. Un véritable casse-tête pour l'établissement, qui a dû réorganiser rapidement ses activités de façon prolongée. Simple anecdote ? Malheureusement, l'événement est un symptôme du triple défi que nous devons relever pour assurer la durabilité de nos infrastructures : il faudra à la fois les maintenir en état, les adapter aux changements climatiques et les bonifier pour assurer notre développement. Ce ne sera pas une mince tâche.

Une cascade de défis

Le premier défi est celui du « déficit de maintien des actifs » : pour l'État québécois, ce déficit s'élève à 37 milliards de dollars, une somme gigantesque. Il ne s'agit pas du montant requis pour rafraîchir les murs, mais celui pour permettre à toute infrastructure « d'assurer la santé et la sécurité des personnes, de poursuivre l'utilisation pour laquelle elle est destinée, de réduire la probabilité de défaillance ou de contrer sa vétusté physique¹ », d'après la définition du gouvernement. Près de 45 % de nos actifs n'atteignent pas ce seuil minimal. Et c'est sans compter les actifs d'Hydro-Québec, qui ont eux aussi « besoin d'amour ». Même si on comblait entièrement le retard accumulé – ce qui n'est pas dans les plans –, ce serait encore insuffisant ; il faut aussi s'adapter aux changements climatiques. C'est un deuxième défi de taille : en se basant sur une étude qu'elles ont commandée à WSP et à Uranos, les municipalités québécoises estiment qu'elles devront dépenser

2 milliards de dollars supplémentaires *chaque année* pour y parvenir.

En plus, le Québec ne peut se contenter de faire du surplace ! Nous devons aussi investir pour assurer notre développement. Certaines actions seront d'ailleurs nécessaires pour réduire nos émissions de gaz à effet de serre. Par exemple, les transports en commun « lourds » (trains, tramway, etc.) peuvent être très efficaces pour réduire le voiturage en solo, mais ils sont aussi très coûteux à planter.

Éduquer, planifier et agir

Collectivement, saisissons-nous l'ampleur du défi ? Sensibiliser la population, les parties prenantes, les élus et les élus à ce triple défi est une étape incontournable. Pour passer à l'action, il faudra aussi innover – autant dans les technologies que dans les façons de faire. En ce sens, la discussion qui s'amorce sur les modes de réalisation collaboratifs peut se révéler porteuse. Finalement, l'idée qui circule depuis longtemps de nommer une directrice ou un directeur parlementaire du budget serait une piste à explorer. Définir et analyser rigoureusement les besoins et évaluer précisément les coûts des projets futurs est essentiel au travail de planification qui nous incombe. Peu importe le scénario, les ingénieures et les ingénieurs du Québec auront un rôle clé à jouer : l'Ordre sera aux premiers rangs de cette discussion. N'hésitez pas à nous faire part de vos idées ! ■

1. Gouvernement du Québec, *Budget des dépenses 2024-2025, vol. 6 – Plan québécois des infrastructures 2024-2034, 2024, p. 7.*

FOCUS

↑
Lever les barrières à l'implantation de solutions environnementales

p 54

↑
Bâtiment durable

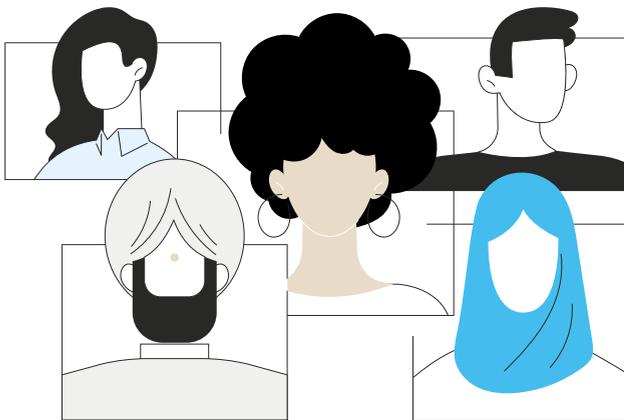
p 76

↑
Transport collectif électrique

p 88

↑
Fluidifier la circulation dans les villes

p 94



ÉQUITÉ, DIVERSITÉ ET INCLUSION

POUR S'INTÉGRER ET EXPLOITER SON PLEIN POTENTIEL

EDI, QU'EST-CE QUE C'EST ?

Les définitions relatives à l'équité, à la diversité et à l'inclusion sont en évolution. Ce glossaire a été élaboré à partir de définitions provenant de diverses sources.

• **Équité** : Considération des différences individuelles pour garantir un résultat juste.

• **Diversité** : Variété des caractéristiques individuelles telles que l'origine ethnique, l'âge, le genre, etc.

• **Inclusion** : Promotion d'une culture d'équité où la diversité est valorisée, où chacun se sent respecté et encouragé à contribuer pleinement.

Une profession plus diversifiée présente des avantages indéniables pour l'ensemble de la société. L'exercice de l'ingénierie offre-t-il un environnement professionnel entièrement inclusif pour les ingénieures et ingénieurs de toutes origines ? L'Ordre s'est posé la question. Une vaste étude a été lancée en 2023, en collaboration avec la firme Aviseo, à laquelle quelque 4170 membres ont participé. Les résultats révèlent que la profession a besoin d'améliorer l'inclusion des membres afin de favoriser leur épanouissement.

➔ FAITS SAILLANTS DE L'ENQUÊTE

33 % des personnes ayant participé à l'enquête s'identifient à un groupe historiquement marginalisé.

63 % des personnes issues de la diversité ont moins de 45 ans.

Identité
de genre
non binaire
représente

0,5 %
DES RÉPONDANTES
ET DES RÉPONDANTS

Autochtones,
minorités visibles
et ethniques
représente

27,4 %
DES RÉPONDANTES
ET DES RÉPONDANTS

Personne
en situation
de handicap
représente

2,2 %
DES RÉPONDANTES
ET DES RÉPONDANTS

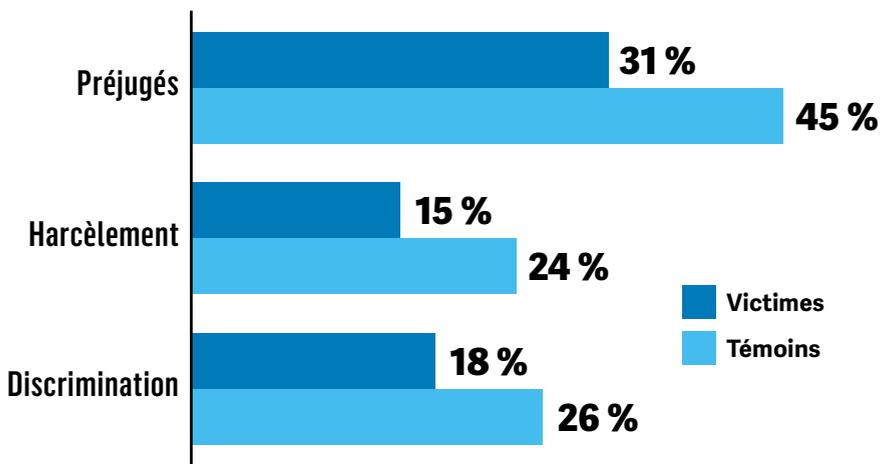
Communauté
2ELGBTQIA+
représente

5,7 %
DES RÉPONDANTES
ET DES RÉPONDANTS

Certains membres appartiennent à plus d'un groupe de personnes inclus dans la définition statistique de la diversité pour cette étude.

Les résultats de l'étude révèlent que plusieurs ingénieures et ingénieurs vivent des situations inacceptables et subissent trop souvent des comportements préjudiciables et nuisibles.

Victimes et témoins de préjudices sur les lieux du travail.



	Préjugés	Harcèlement	Discrimination
Actes préjudiciables vécus par les femmes	2,7 fois plus	2,3 fois plus	2,3 fois plus
Actes préjudiciables vécus par les personnes issues de groupes marginalisés	1,8 fois plus	2,2 fois plus	2,4 fois plus

➔ DE BONNES NOUVELLES

Malgré ces constatations, une vaste majorité des ingénieures et des ingénieurs estime que le génie québécois est inclusif. De plus, on sent qu'il y a une volonté de changer les choses dans la profession, notamment grâce à la formation et à l'éducation.

Inclusion dans la profession :

66 % affirment que leur employeur s'est doté de mesures en lien avec l'EDI.

90 % jugent que leur organisation est inclusive.

86 % jugent que la profession d'ingénieur est inclusive.

48 % ont reçu une formation concernant l'EDI sur leurs lieux de travail ou d'études durant les cinq dernières années.

78 % des gestionnaires et des membres de la direction en génie se disent très à l'aise de discuter de sujets liés à l'ÉDI avec leurs collègues.

Nouveau !

GUIDE

POUR UN MILIEU DE TRAVAIL INCLUSIF EN GÉNIE

Afin d'améliorer l'inclusion des membres dans la profession, l'Ordre a mandaté un groupe de travail pour étudier la situation et proposer des solutions. Leurs conclusions sont présentées dans la nouvelle édition du *Guide pour un milieu de travail inclusif en génie* disponible sur oiq.qc.ca

Références

Accessibles sur oiq.qc.ca/publications/grands-dossiers :

- Femmes en génie : *Guide de l'employeur pour un milieu de travail plus diversifié, inclusif et équitable*, 2022
- Étude sur la diversité en génie, 2023.
- *Guide pour un milieu de travail inclusif en génie*, 2024

Changements climatiques : l'urgence de s'adapter

✍️ Alain Bourque, M. Sc., et Sonia Hachem, Ph. D.



Alain Bourque Titulaire d'un baccalauréat en météorologie de l'Université McGill et d'une maîtrise en sciences de l'atmosphère de l'Université du Québec à Montréal, il a été météorologue-climatologue à Environnement Canada avant de se joindre à Ouranos, dont il est devenu le directeur général en 2013. Alain Bourque a participé à l'organisation d'Adaptation Canada 2016 et Adaptation Futures 2023. Il siège sur le Comité consultatif sur les changements climatiques du gouvernement du Québec et sur la Plateforme canadienne d'adaptation. Il copréside le Groupe d'experts en adaptation aux changements climatiques.



Sonia Hachem Membre de l'équipe de transfert des connaissances et formation chez Ouranos, elle détient un doctorat en sciences géographiques de l'Université Laval. Elle a travaillé comme chercheuse postdoctorale sur la cartographie des zones de pergélisol à partir d'images satellites dans la zone circumpolaire. Sonia Hachem détient également un diplôme en pédagogie de l'enseignement supérieur.

LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Le réchauffement climatique s'est accéléré depuis 1950. En 2023, il a atteint + 1,5 °C par rapport à l'ère préindustrielle, soit le niveau attendu de l'Accord de Paris. Le réchauffement se poursuivra jusqu'à l'atteinte de la carboneutralité mondiale. C'est pourquoi la lutte contre les changements climatiques doit être poursuivie sur deux fronts : la réduction des émissions des gaz à effets de serre (GES) et l'accélération de l'adaptation aux inévitables changements.

POURQUOI S'ADAPTER AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ?

Le réchauffement implique des transformations de l'ensemble du système climatique. On assiste, d'une part, à la multiplication et à l'intensification d'événements climatiques extrêmes (feux de forêt, inondations, sécheresses, canicules...) et, d'autre part, à des changements plus subtils (diminution de la biodiversité, fonte du pergélisol, rehaussement du niveau marin...). Tous ces changements sont graduellement

perceptibles sur le long terme et inquiètent grandement les scientifiques.

Ces événements, qu'ils soient extrêmes ou subtils, provoquent des conséquences directes sur le bâti en créant ou en accélérant des défaillances. Ils entraînent aussi des conséquences indirectes en générant un effet domino néfaste sur les collectivités, les écosystèmes, les activités économiques et même la santé publique.

Par exemple, les épisodes de pluie verglaçante¹ qui ont frappé le Québec en 1998 et en 2023 ont endommagé les réseaux électriques et privé d'électricité plus de un million de clients résidentiels et commerciaux chaque fois. L'accumulation de glace et les pannes d'électricité ont perturbé les transports et entraîné des répercussions sur l'économie, en plus de coûter cher aux compagnies d'assurance jusqu'à menacer l'approvisionnement en eau, dans un contexte où l'économie doit être électrifiée.

L'ADAPTATION PEUT S'INSÉRER À TOUTES LES ÉTAPES DU CYCLE DE VIE DES INFRASTRUCTURES

Pour réduire les effets des futurs événements climatiques, des mesures d'adaptation peuvent être implantées à chacune des étapes du cycle de vie (figure 1) des infrastructures, de leur planification jusqu'à leur réhabilitation lorsqu'elles arrivent à la fin de leur vie utile.

Si l'adaptation s'exprime dans l'implantation d'infrastructures grises, voire vertes, elle apparaît aussi au-delà. En effet, les gouvernements ont l'importante responsabilité de mettre en place des politiques publiques favorisant l'intégration systématique de mesures d'adaptation dans les projets d'ingénierie et de mettre rapidement à jour le *Code de construction du Québec* afin d'y

intégrer les meilleures pratiques d'adaptation. Ils pourraient même repenser les critères d'appels d'offres afin d'assurer une meilleure prise en compte des risques climatiques à venir.

Malheureusement, la conception est encore souvent basée sur les statistiques climatiques historiques stationnaires et stables, alors que l'environnement bâti sera affecté dans son intégrité et par le rythme accéléré d'usure des matériaux. Est-il éthique, aujourd'hui, de

construire des infrastructures qui durent plusieurs décennies sans intégrer les scénarios de changements climatiques projetés pour la même période ?

L'IMPORTANCE DE NE PAS IMPROVISER L'ADAPTATION

Réussir l'adaptation va au-delà de surdimensionner lors de l'étape de conception. Il faut intégrer des moyens d'adaptation à une bonne gestion des actifs et suivre trois grands principes :

- Être proactif en prenant en compte des scénarios climatiques futurs et en estimant les coûts et les bénéfices de s'adapter à moyen et à long termes.
- Avoir une vision globale et systémique multisectorielle avec plusieurs échelles spatiotemporelles pour éviter la maladaptation au-delà du bâtiment à risque.
- Insérer de la flexibilité pour modifier les mesures si nécessaire. ■■

1. www.ouranos.ca/fr/phenomenes-climatiques/pluie-verglacante-contexte

Formations pertinentes

- *Adaptation de l'environnement bâti et de l'aménagement du territoire aux changements climatiques : s'informer et s'outiller.* Durée : 15 heures. Public cible : professionnelles et professionnels du bâtiment. **En ligne sur maestro.oiq.ca**
- *Le protocole CVIIP sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques.* Durée : 5 séances de 2 heures. **En ligne sur climateriskinstitute.ca**

Relations entre l'adaptation et le cycle de vie d'une infrastructure

Mesures d'adaptation pour réduire les risques climatiques

Cycle de vie de l'infrastructure

Avant la construction



Décision

Planification

Pendant la construction



Conception

Construction

Après la construction



Entretien

Réhabilitation

Normes et codes

Politiques et réglementations

Infrastructures grises et vertes

Outils d'aide à la décision

Sensibilisation

Être proactif

Avoir une vision globale et systémique

Insérer de la flexibilité

Clubs étudiants : leçon de leadership

 Tommy Desbiens, CPI.



Tommy Desbiens Originaire de Baie-Comeau, il a bravé l'adversité dès son enfance. Pour se sortir d'un environnement défavorable, il décide de faire son service dans les Forces armées canadiennes, puis il entreprend des études à l'Université du Québec à Chicoutimi en génie électrique. Lauréat de la Bourse

Laporte, Premiers Peuples de la Fondation de l'Ordre des ingénieurs du Québec (FOIQ), il est convaincu du pouvoir des clubs étudiants pour développer le leadership.

12

Lorsque j'ai commencé mes études en génie, j'imaginai pouvoir travailler en solitaire, sans dépendre des autres. Cependant, j'ai vite réalisé que le travail d'ingénieur nécessitait des relations interpersonnelles et de l'entraide. Pour poursuivre ma passion pour la science théorique et appliquée tout en développant mes compétences en travail d'équipe, j'ai pris la décision de me joindre au club de robotique de mon université.

ACTIVITÉS ET PROJETS EN ROBOTIQUE

Au sein du Club de robotique de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), le CRUQAC, nous avons entrepris diverses activités et de petits projets passionnants en équipes. Tout d'abord, nous avons consacré du temps à aménager notre local. Nous avons nettoyé et organisé l'espace, et investi dans du matériel de qualité pour le rendre fonctionnel. Ensuite, nous avons travaillé sur différents miniprojets, tels que la conception d'un système automatisé pour prendre soin des plantes. Nous avons aussi organisé des activités d'initiation et de formation aux microprocesseurs

et à la robotique ouvertes à tous. Ces projets nous permettent d'appliquer nos connaissances en automatisation et de développer notre créativité. Nous avons également eu la chance de participer à des compétitions importantes, comme la Compétition québécoise d'ingénierie et la compétition de la NASA. Ces compétitions sont une occasion unique de mettre en pratique nos compétences et de nous mesurer à d'autres étudiantes et étudiants passionnés de robotique.

DES RENCONTRES EXTRAORDINAIRES

La décision de me joindre au CRUQAC a eu un effet très positif sur mon parcours universitaire. Tout d'abord, j'ai rencontré des personnes exceptionnelles, compétentes et bienveillantes avec qui j'ai noué des liens forts ; elles m'ont permis de me sentir soutenu tout au long de mon parcours. Grâce à leur aide et à leur encouragement, j'ai pu surmonter mes peurs et mes limites, et progresser dans mes études. De plus, en faisant partie du CRUQAC, j'ai pu interagir plus

étroitement avec le corps professoral et le personnel de l'université. Ces échanges ont enrichi mon apprentissage et élargi mes horizons.

Les personnes que j'ai rencontrées au CRUQAC m'ont inspiré et ont influencé ma façon de voir les choses. Le partage des connaissances et l'entraide sont des valeurs essentielles dans notre club, et j'ai été touché par la générosité de certaines personnes qui vont jusqu'à aider des étudiants en dehors du club. Leur exemple m'a encouragé à faire de même et à contribuer à mon tour à l'épanouissement des autres.

L'INFLUENCE DU CLUB SUR LA FUTURE CARRIÈRE

Mon expérience au sein du CRUQAC a été une source d'inspiration pour mon avenir. J'ai été profondément marqué par la passion et l'engagement des membres du club, et cela m'a donné espoir en l'humanité. Faire partie de ce groupe m'a également permis de me faire de véritables amis, avec qui je partage une passion et des valeurs communes pour la science. Cette expérience m'a amené à vouloir travailler en équipe tout au long de ma carrière d'ingénieur et à rester ouvert aux autres.

L'importance de la collaboration et du travail d'équipe pour les membres du club de robotique a également renforcé mes compétences en leadership. En participant à l'organisation des activités du club, j'ai appris à guider et à motiver les membres de mon équipe. Après mes études, je pense mettre mes compétences au service des autres en enseignant à temps partiel dans un centre professionnel ou en aidant les personnes ayant des difficultés en mathématiques ou en électricité. L'influence positive que j'ai reçue du CRUQAC continue. Arrivant au terme de mes études à Chicoutimi, je regarde en arrière et je ne peux



que remercier mes amies et amis, ainsi que les membres du personnel de l'UQAC, qui ont fait preuve de bienveillance à mon égard.

Aujourd'hui, je peux dire que le fait de m'être joint au le club de robotique de mon université a été une décision qui m'a transformé et qui a enrichi ma vie universitaire afin de me préparer pour ma future profession. Cette aventure m'a aidé à développer des habiletés pour travailler en équipe et accroître mon leadership ; de plus, j'ai renforcé ma confiance en moi. Je suis impatient de continuer à m'engager dans la communauté du génie électrique tout au long de ma carrière. —

Photo : iStock

Trois façons de développer son leadership durant ses études

- 1 S'impliquer dans les activités d'un club ou d'une association étudiante.** En prenant part à des initiatives concrètes, vous aurez la possibilité de mettre en pratique vos capacités de coordination et de prise de décision, et de développer des habiletés pour mieux travailler en équipe.
- 2 Faire du réseautage et participer à des compétitions.** Il faut participer à des événements, des compétitions ou des conférences afin d'acquérir de nouvelles connaissances et compétences, et pour développer son réseau professionnel.
- 3 Cultiver l'entraide.** En évoluant dans un climat de soutien mutuel et d'entraide, on peut non seulement renforcer les liens au sein du club, mais aussi encourager le développement personnel et le leadership de chacune et de chacun des membres.

L'évolution des compétences à l'ère de l'IA

✍ Caroline Pernelle, ing., PMP, PMI-ACP



Caroline Pernelle Actuellement partenaire client chez Videns Analytics, elle a été consultante pour Dassault Systèmes, directrice des partenariats pour IVADO, a facilité la création du Centre d'expertise international de Montréal en intelligence artificielle (CEIMIA), a été stratège IA et gestionnaire de produits

pour CAE et agit comme mentore pour des incubateurs de *start-ups* tout en enseignant l'IA dans plusieurs universités québécoises.

14

Depuis plus de 10 ans, le public est fasciné par l'intelligence artificielle (IA), un terme que l'on a défini pour la première fois il y a plus de 70 ans. De l'introduction de Siri comme agent conversationnel dans nos téléphones à l'utilisation de caméras de reconnaissance faciale à l'entrée de bâtiments, cette fascination s'est petit à petit normalisée pour le commun des mortels grâce à l'accessibilité des divers systèmes utilisant l'IA. On aurait pu croire que, en 2024, ce *buzz* serait maintenant chose du passé, que chacun aurait adopté la technologie à son rythme et se serait approprié cette nouvelle façon de faire, comme on apprend à se servir d'un nouvel outil pour rénover sa terrasse (maintenant que le prix des matériaux a baissé).

Et pourtant, les cycles d'innovation entre chaque nouvelle version de

produits sont de plus en plus courts et cette course effrénée au modèle qui donnera les meilleurs résultats le plus rapidement possible en consommant le moins de puissance de calcul (CPU) n'est pas près de se calmer. La vérité est la suivante : les progrès en IA dans ses divers domaines sont tellement rapides qu'une formation de 2017 sur l'étude de l'analyse des langages (NLP) serait aujourd'hui presque désuète avec l'arrivée des grands modèles de langage (LLMs) et des transformeurs en 2019. Même principe pour la vision assistée par ordinateur, ou la préhension des objets dans le domaine de la robotique. La publication d'articles sur l'apprentissage profond est passée d'environ 5000 articles en 2012 à plus de 100 000 en 2023. Continuer à se former, à faire preuve de curiosité et surtout à comprendre à quel

moment l'intégration de l'IA dans les processus d'affaires est pertinente pour une compagnie qui veut s'y attaquer est capital pour tous les ingénieurs et ingénieures qui souhaitent s'outiller adéquatement.

La bonne nouvelle est que les gens adorent utiliser l'IA : il suffit de regarder les tendances Google entre décembre 2022 et janvier 2023 pour réaliser l'engouement qui s'est créé autour de ChatGPT et l'IA générative. Peu importe la « magie » qui se passe derrière, les professionnelles et les professionnels d'aujourd'hui sont en grande majorité prêts à intégrer ces technologies dans leur quotidien, et même en général bien avant que les lignes directrices de leur compagnie ne soient publiées.

Cependant, l'IA – et c'est encore plus vrai dans le contexte de l'IA générative – peut générer des hallucinations ou être biaisée. Comme un agent conversationnel ne cite pas ses sources et que l'être humain est paresseux de nature, le nombre de personnes qui iront vérifier la véracité des réponses générées par nos

La publication d'articles sur l'apprentissage profond est passée d'environ 5000 articles en 2012 à plus de 100 000 en 2023.



Cette obsolescence rapide des compétences cognitives de personnes travaillant devant un ordinateur soulève une préoccupation majeure [...]

nouveaux amis Gemini ou ChatGPT sera limité. (Une étude de KPMG réalisée en mars 2023 mentionne que seulement 51 % des personnes interrogées vérifient les informations fournies, et Google s'attend à une baisse de 26 % de son trafic dans les prochains mois en faveur des agents conversationnels.)

Prenez par exemple la requête suivante : « Donne-moi une liste de 10 femmes qui sont à l'origine d'avancées significatives en IA générative. » Les deux systèmes vous généreront (en date du 18 mars 2024) des listes composées à 85 % d'hommes. Pourtant la requête était claire, du moins pour un humain. Dans la même lignée, Air Canada a pour sa part fait les frais en février 2024, lorsqu'un tribunal de la Colombie-Britannique a tenu

la compagnie responsable des propos de son agent conversationnel, lequel avait donné à un passager des renseignements ne correspondant pas aux lignes directrices de la compagnie.

Historiquement, les révolutions technologiques ont invariablement conduit à l'émergence de nouveaux secteurs d'emploi, ce qui a entraîné une nécessaire adaptation de la main-d'œuvre et l'acquisition de nouvelles compétences. Cependant, la révolution industrielle de l'IA présente un changement de paradigme : les capacités cognitives requises pour de nouveaux rôles professionnels seront bientôt mieux assimilées et exécutées par l'IA que par l'humain moyen, à un rythme et avec des compétences qui dépassent la capacité humaine moyenne. Cette obsolescence rapide

des compétences cognitives de personnes travaillant devant un ordinateur soulève une préoccupation majeure quant à l'efficacité des investissements gouvernementaux dans les programmes de recyclage de la population.

Dans ce contexte, investir dans le capital humain pour assurer la transition vers ces nouveaux rôles cognitifs peut se révéler un exercice futile, voire potentiellement un faux pas budgétaire. Les gouvernements pourraient se retrouver à allouer des ressources substantielles à des initiatives de reconversion pour découvrir que les compétences transmises sont déjà obsolètes ou que les emplois ont été rendus obsolètes par l'IA, qui apprend ce nouveau travail plus rapidement et à moindre coût. Cela pourrait aboutir à un scénario de « piège de la dette », dans lequel le fardeau financier de tels programmes ne produit pas le rendement de l'investissement escompté en matière d'emplois durables et de croissance économique. Malgré cela, il est impératif que les ingénieures et les ingénieurs continuent à s'intéresser à l'IA, et qu'elles et ils veillent à leur formation continue, tout en l'intégrant dans leurs tâches quotidiennes, aussi bien pour être à jour dans le développement de leurs compétences pour la déployer et l'utiliser que pour s'assurer de la qualité des recommandations fournies par celle-ci. C'est seulement en misant sur la formation que l'on permettra aux ingénieures et aux ingénieurs de continuer à exercer leurs activités professionnelles en gardant en tête leur objectif principal : protéger le public. ■

Références

- trends.google.com, janvier 2004 à avril 2023
- bbc.com, 24 février 2024
- seekingalpha.com, 20 février 2024

CONSEILS D'EXPERTS

BÂTIR UNE ÉQUIPE COLLABORATIVE

Instaurer une solide collaboration au sein d'une équipe de travail semble être la recette du succès sur le plan organisationnel. Mais mettre en œuvre une équipe collaborative est cependant loin d'être facile. Trois personnes expertes en la matière nous donnent des clés pour y parvenir et décortiquent les éléments qui peuvent nuire à son déploiement.

16

● ■■■■ Échange de connaissances, partage de ressources, valorisation des compétences, encouragement de l'innovation, atteinte et dépassement des attentes, résolution des conflits... Les raisons pour favoriser la collaboration dans les équipes de travail sont légion et les moyens pour le faire sont nombreux. Pourtant, bien des gestionnaires échouent à mettre en place les conditions gagnantes pour y parvenir. Voici ce qu'il faut garder en tête pour relever le défi.

Les atouts de l'équipe collaborative

Comme le souligne d'entrée de jeu Jean-François Bertholet, CRHA, chargé de cours au Département de gestion des ressources humaines de HEC Montréal et consultant en développement organisationnel, ce n'est pas parce que l'on fait partie d'une équipe que l'on travaille en collaboration pour autant. « Tout

seul, on va plus vite ; ensemble, on va plus loin, dit un proverbe. Or, cela ne fonctionne pas toujours de cette façon, constate-t-il. Quiconque s'est déjà heurté à des difficultés pour effectuer un travail en équipe, à l'université par exemple, peut en témoigner. »

Il existe aussi des distinctions entre le fait de coopérer et celui de collaborer, indique Annie Boilard, CRHA, Distinction Fellow et présidente du Réseau Annie RH. « Lorsqu'un groupe réalise une tâche de façon collaborative, toutes et tous contribuent à l'ensemble des éléments. C'est une structure plus dynamique et agile que celle de l'équipe traditionnelle qui, elle, fonctionne de manière coopérative, où chaque personne travaille isolément sur des éléments différents. » Pour illustrer le processus, Annie Boilard le compare à la croissance d'un arbre. « Dans une équipe qui coopère, certaines personnes vont s'activer sur les racines, d'autres sur le tronc et d'autres encore



ANNIE BOILARD, CRHA, DISTINCTION FELLOW ET PRÉSIDENTE DU RÉSEAU ANNIE RH

« Lorsqu'un groupe réalise une tâche de façon collaborative, toutes et tous contribuent à l'ensemble des éléments. »



7 compétences incontournables

Voici sept compétences à développer pour constituer un bon élément au sein d'une équipe collaborative :

- Empathie, intelligence émotionnelle et compétences en communication interpersonnelle
- Flexibilité, proactivité
- Bonne connaissance de ses forces et de ses limites, lucidité, capacité d'autocritique
- Capacité à sortir de sa zone de confort et à exprimer ses besoins
- Aptitude à donner son point de vue avec respect et civilité
- Capacité à fournir une rétroaction constructive
- En cas de conflit, habileté à débattre sagement et à chercher une solution gagnant-gagnant



MARIO CÔTÉ, CRHA, CONSULTANT, CONFÉRENCIER ET FORMATEUR

« La diversité des profils est un levier très puissant. En fait, plus il y a de diversité, plus l'équipe sera en mesure d'affronter les difficultés et de relever les défis. »

sur les feuilles. Quand une équipe adopte une structure collaborative, tous les membres tiennent compte à la fois des racines, du tronc et du feuillage. »

Composée de membres proactifs et autonomes, l'équipe collaborative génère aussi de meilleurs résultats. Elle sait apprendre de ses erreurs et, ce faisant, elle est plus à même de gérer les conflits qui pourraient surgir. « L'équipe collaborative peut se renouveler, écouter les avis différents et les nouvelles idées, mentionne Jean-François Bertholet. Autrement dit, elle ne se comporte pas en chambre d'écho. »

Des conditions gagnantes

Une équipe collaborative réunit des personnes aux habiletés et aux talents à la fois différents et complémentaires. On y trouve une pluralité d'expertises et de façons de penser, dans un environnement où les différences sont valorisées. « Cela n'empêche pas l'équipe de faire preuve d'une très grande cohésion et de travailler à l'atteinte d'un but commun, signale Mario Côté, CRHA, consultant, conférencier et formateur. Les membres de l'équipe doivent aussi détenir de solides habiletés en communication interpersonnelle, ce qui les aide également à surmonter les obstacles. En présence d'une nouvelle idée, par exemple, on ne la rejette pas d'emblée et on préfère en débattre. » Mario Côté ajoute qu'un climat de sécurité psychologique est un incontournable, afin que tout le monde se sente respecté et puisse s'exprimer en toute confiance. « La diversité des profils est un levier très puissant. En fait, plus il y a de diversité, plus l'équipe sera en mesure d'affronter les difficultés et de relever les défis. »

Si la valorisation des différences et des points de vue est un atout, Jean-François Bertholet fait toutefois observer que les individus se comportant comme des électrons libres et plaçant leurs intérêts avant le bien commun ont un effet dommageable. Les personnes dont l'ego prend toute la place et qui travaillent à leur propre succès plutôt qu'aux performances

de l'équipe peuvent donc grandement nuire à l'esprit de collaboration.

Susciter la collaboration

Les qualités inhérentes à une meneuse ou à un meneur d'équipe sont un autre facteur déterminant. « Cette personne doit s'efforcer de soutenir les membres de l'équipe ; c'est un chef d'orchestre qui donne aux individus la possibilité de prendre leur place, et qui doit en outre être en mesure de saisir ce dont l'équipe a besoin pour progresser, indique Annie Boilard. Autrement dit, elle ou il se met au service du groupe et a une bonne lecture de la situation en temps réel. »

Annie Boilard prévient qu'une cheffe ou un chef d'équipe qui comprend mal la nature de son rôle peut compromettre la collaboration. « La posture adoptée pèse lourd dans la balance, dit-elle. Vouloir tout décider et se montrer trop interventionniste peut nuire à l'équipe. » Par ailleurs, pour susciter la collaboration, mieux vaut s'efforcer de favoriser l'esprit de solidarité et éviter d'instaurer un climat de compétition.

Jean-François Bertholet insiste sur le fait qu'une cheffe ou un chef d'équipe doit aussi savoir recourir aux personnes appropriées au moment adéquat et pour accomplir les tâches qui leur conviennent. Pour y arriver, une connaissance fine des forces et des limites de chacune et de chacun est essentielle. « Il faut se méfier de la collaboration excessive, note-t-il. Ainsi, libérer un membre de l'équipe pour qu'il puisse se consacrer à une tâche dans laquelle il excelle est plus constructif que de lui demander de se joindre à une réunion où il n'apportera pas de réelle valeur ajoutée. »

La réussite passe aussi par la responsabilisation des membres de l'équipe, de même que par le courage et l'engagement, fait valoir Mario Côté. « Le leader doit se soucier d'éviter l'ambiguïté et établir des règles de fonctionnement claires qui n'entreprendront pas de confusion et aideront les gens à avoir confiance en leurs capacités », conclut-il. ■

✍ Emmanuelle Gril, journaliste.



TROIS FORMATIONS VIRTUELLES SUR MAESTRO.OIQ.QC.CA

- La synergie d'équipe : clé essentielle de la réussite d'un projet
- Comment devenir un collaborateur hors pair ?
- Collaborer avec différents types de personnalité : c'est possible !



GESTION DE LA QUALITÉ
ET DE LA SÉCURITÉ

PRÉVENIR LE TRAVAIL EN VASE CLOS

Parmi les bonnes pratiques en génie, la surveillance des travaux de construction fait l'unanimité. Non seulement permet-elle de réduire considérablement la marge d'erreur et d'assurer le contrôle de la qualité de l'ouvrage réalisé, mais elle favorise également la sécurité de toutes et de tous ainsi que la durabilité du projet dans son ensemble.

20

● ■■■ Le Québec est le seul endroit au pays où la surveillance des travaux n'est pas encore obligatoire sur les chantiers. De ce fait, l'Ordre des ingénieurs du Québec, appuyé par d'autres instances du milieu de la construction, milite pour que le gouvernement remédie à cette situation. « La surveillance permet de s'assurer que les travaux de construction sont exécutés selon les plans et devis et les normes applicables, explique Christian Renault, ing., conseiller sénior à la surveillance de l'exercice et inspecteur. Ce suivi sert aussi à vérifier que les modifications apportées en cours de route respectent les exigences du projet. »

Christian Renault maîtrise les bonnes pratiques en lien avec la surveillance des travaux. « Le mandat de surveillance confié à une ingénieure ou à un ingénieur est très important puisqu'il vise également à prévenir les problèmes. Les ingénieures et les ingénieurs qui surveillent des travaux ont donc besoin d'un mandat clair, précis et complet qui correspond



bien aux besoins du client. Quand on prépare un mandat de surveillance, il faut prendre en compte aussi bien les aspects techniques que ce qui se rapporte à l'administration du projet. On doit en outre bien prévoir la fréquence des visites de chantier et des points de contrôle en fonction de la complexité du projet et des éléments critiques qui auront été ciblés dès le départ. On pourra alors établir un budget adéquat pour les honoraires de la personne chargée de surveiller les travaux. »

L'ingénieur Patrick Dalpé, lui aussi conseiller sénior à la surveillance de l'exercice et inspecteur, travaille pour sa part du côté des ponts. Il abonde dans le même sens que son collègue Christian Renault. « La définition du mandat est primordiale, insiste-t-il. Souvent, le donneur d'ouvrage veut un projet bien construit, mais ne comprend pas bien l'importance du mandat de surveillance ; il ne réalise pas que cette étape clé permet d'identifier les éléments critiques du projet et d'exposer



CHRISTIAN RENAULT, ING.
CONSEILLER SÉNIOR À LA SURVEILLANCE
DE L'EXERCICE ET INSPECTEUR

« La surveillance permet de s'assurer que les travaux de construction sont exécutés selon les plans et devis et les normes applicables. Ce suivi sert aussi à vérifier que les modifications apportées en cours de route respectent les exigences du projet. »

encadrer leur travail. Ça représente un beau défi. L'aspect financier et celui de la conformité doivent bien se conjuguer. »

La gestion des risques

Les deux ingénieurs s'entendent pour dire qu'en construction, les défis sur le terrain sont nombreux et de tout ordre. Il n'est pas rare que des surprises surviennent en cours de route ; qu'il s'agisse de la qualité du sol, de la météo, des matériaux choisis ou de conditions existantes, l'éventail des aléas de la construction est très vaste. « Mettre en place un bon plan de surveillance, comme le décrit le *Guide de pratique professionnelle* de l'Ordre, permet de [mieux voir venir] pour pouvoir réagir en conséquence, souligne Patrick Dalpé. Sur un chantier, les risques sont de tout acabit – structuraux, environnementaux, relatifs à la

les risques pour mieux les gérer. Ainsi, la surveillante ou le surveillant doit bien conseiller son client et aussi prévoir la composition de l'équipe qui pourrait devoir intervenir, selon les besoins. Il lui faudra gérer ces ressources,

Prévenir et résoudre les problèmes sur les chantiers

Les ingénieures et les ingénieurs chargés de mandats de surveillance de travaux auront à gérer des problèmes sur les chantiers. De là l'importance d'avoir un mandat clair et complet, doublé d'un plan de surveillance exhaustif. Et une bonne dose de tact ne sera pas de trop !

« La gestion des risques et la résolution de problèmes font partie intégrante du mandat de surveillance, souligne l'ingénieur Christian Renault, conseiller sénior à la surveillance de l'exercice et inspecteur. Le travail des personnes responsables de la surveillance des travaux est facilité lorsque

tout le monde sur le chantier comprend bien son rôle. Sans leur intervention, les risques de non-conformité aux plans et aux devis, aux attentes et aux exigences du client, mais aussi aux nombreuses normes de l'industrie, sont nettement accrus. La construction est un univers complexe où le moindre faux pas peut avoir des répercussions énormes. La performance du projet, sa durabilité, les coûts inhérents et la santé et la sécurité des travailleurs, des travailleuses et du public sont autant d'aspects pour lesquels aucun compromis ne doit être fait. »

Quelques conseils pour aider à régler les conflits

Les conflits entre les intervenantes et les intervenants sont malheureusement fréquents sur les chantiers. Bien que les ingénieures surveillantes et les ingénieurs surveillants ne soient pas officiellement désignés pour pratiquer la médiation en cas de conflit, elles et ils doivent pouvoir gérer ces situations afin de bien réaliser leur mandat.

Quelques conseils :

- **Bien définir les rôles et responsabilités des intervenantes et des intervenants**

Un plan de surveillance qui définit bien les rôles et les responsabilités de chaque personne est un outil auquel les surveillantes et surveillants peuvent se référer pour expliquer certaines situations et justifier des décisions qui pourraient être mal interprétées.

- **Communiquer efficacement**

La qualité des communications sur le chantier sert les intérêts de toutes les parties prenantes et favorise les négociations et la gestion des différends qui pourraient survenir. Parmi les clés pour gérer efficacement les conflits, mentionnons l'importance de bien connaître et de communiquer les besoins et les risques, les objectifs de qualité à atteindre et le rôle de chaque personne qui travaille sur le chantier. La mise en place d'un plan de gestion des communications peut soutenir les efforts des ingénieures surveillantes et des ingénieurs surveillants dans leurs relations avec les intervenantes et intervenants.

- **Agir avec tact et diplomatie**

Les surveillants et les surveillantes doivent agir avec calme et professionnalisme, miser sur la proactivité et garder une vigilance de tous les instants afin d'anticiper les problèmes et de gérer la pression sur le chantier. « Au-delà même des compétences professionnelles, les aptitudes relationnelles sont aussi très importantes pour exercer la surveillance des travaux d'un projet de construction, souligne Patrick Dalpé, ing., conseiller sénior à la surveillance de l'exercice et inspecteur. Ce type de compétences compte énormément quand vient l'heure de gérer des problèmes. »



RESSOURCES
La formation
Surveillance
des travaux, sur
maestro.oiq.qc.ca

Le Guide
de surveillance
des travaux
de l'Ordre sur
gpp.oiq.qc.ca

santé et sécurité, etc. –, et tout doit être pris au sérieux dès le départ et en continu. Il faut être en mesure de réévaluer certains aspects du projet pour les actualiser. On doit bien gérer les changements. La surveillante ou le surveillant doit toujours travailler dans un esprit d'analyse de risques pour pouvoir cibler les bons endroits et s'adresser aux personnes susceptibles de régler les problèmes pour qu'il y ait le moins de conséquences négatives possible sur la suite du projet. »

Dans le plan de surveillance, la chaîne de communication se doit d'être claire. « On établit un organigramme du chantier, lequel doit être



PATRICK DALPÉ, ING.
CONSEILLER SÉNIOR
À LA SURVEILLANCE DE
L'EXERCICE ET INSPECTEUR

« Mettre en place un bon plan de surveillance, comme le décrit le Guide de pratique professionnelle de l'Ordre, permet de [mieux voir venir] pour pouvoir réagir en conséquence. »

respecté de tous, note Patrick Dalpé. Les personnes chargées de la surveillance ne sont pas les contremaîtres, mais doivent être capables de soulever les enjeux aux moments opportuns. Ça prend une vision globale et juste des choses. Il faut demander des comptes à l'entrepreneur, faire preuve de proactivité, suivre rigoureusement chaque étape du projet, veiller à la fluidité du processus. Cela exige une bonne coordination. »

L'attestation de conformité

Le dossier de surveillance des travaux doit être abondamment documenté. « La surveillante ou le surveillant doit prendre des photos, produire régulièrement des rapports factuels et précis, indique Christian Renault. Il est important de n'attester que ce qu'on a surveillé. Souvent, la surveillante ou le surveillant n'aura pas tout vu ; c'est pourquoi il faut bien préciser sur quoi porte l'attestation de conformité. Des problèmes surviennent parfois par la suite, et lorsque tout est documenté, tout est retraçable. »

L'ingénieure ou l'ingénieur affecté à la surveillance des travaux est un membre à part entière de l'équipe, un véritable allié dans les prises de décisions et dans la réalisation du projet. Dès lors, l'ensemble du chantier pourra se dérouler dans les meilleures conditions possible. ■■.

✍ Mélanie Larouche, journaliste.



La précision au service de l'ingénierie



NUAGE DE POINTS 3D - PHOTOGRAMMÉTRIE - DRONE
BATHYMÉTRIE - JUMEAUX NUMÉRIQUES - VOLUMÉTRIE
ANALYSE DE MOUVEMENTS DE STRUCTURE - LIDAR

Au-delà
des repères

+

GPLC.CA

GUIDE DE PRATIQUE PROFESSIONNELLE

DÉCOUVREZ COMMENT PLACER LE DÉVELOPPEMENT
DURABLE AU CŒUR DE VOS PROJETS!

Consultez votre GPP pour accéder
à une boîte à outils complète.

bit.ly/OIQ_GPP_DD

ing. Ordre
des ingénieurs
du Québec



Conversation inspirante

MOMENT CHARNIÈRE POUR LA CONSTRUCTION

24



La présidente de l'Ordre des ingénieurs du Québec, **Sophie Larivière-Mantha, ing.**, et la présidente-directrice générale de la Commission de la construction du Québec, **Audrey Murray**, ont échangé de façon conviviale sur des sujets qui leur tiennent à cœur. Voici leurs réflexions sur les besoins en main-d'œuvre, la diversité sur les chantiers et les changements climatiques.



Sophie Larivière-Mantha, ing. :

Audrey, tu es entrée en poste à l'automne 2023. Quel bilan fais-tu au terme de tes premiers 100 jours ?

Audrey Murray : L'industrie de la construction se trouve à un moment charnière et doit relever de nombreux défis. Qu'il s'agisse de renouvellement des infrastructures, de réduction de gaz à effet de serre, de crise du logement ou de mise à niveau des bâtiments, elle a un rôle important à jouer.

Pour relever ces défis, elle doit pouvoir compter sur un fort leadership collaboratif, ainsi que sur une main-d'œuvre compétente et en nombre suffisant. Elle doit également s'assurer du respect des règles et de la conformité des travaux sur les chantiers, surtout à un moment où de nouveaux acteurs entrent dans l'industrie. Nous travaillons aussi activement à améliorer l'expérience client, aussi bien avec les entrepreneurs qu'avec les travailleuses et travailleurs. Pour mener à bien notre mission et faire face à ces différents défis, resserrer nos liens avec d'autres intervenants influents, notamment l'Ordre des ingénieurs, sera un atout.

Audrey : Et de ton côté, Sophie, que retiens-tu alors que tu arrives au terme de ton premier mandat ?

Sophie : Tout d'abord, je ressens une grande fierté quand je pense au haut niveau de mobilisation de l'équipe de l'Ordre (92 %) et au travail accompli dans plusieurs dossiers d'importance concernant le développement durable, l'intelligence artificielle et la diversité en génie, entre autres. Les besoins croissants de main-d'œuvre en génie m'ont aussi interpellée. Notre dernière étude sur les projections de l'offre et la demande en main-d'œuvre nous indique une augmentation des besoins dans plusieurs disciplines, et montre que 52 000 nouveaux

« Je sens qu'il y a un grand désir de changement de culture, tant du côté des syndicats que des entreprises. Nous comptons mettre en œuvre des stratégies et des actions afin que les milieux de travail soient plus accueillants et inclusifs. »

AUDREY MURRAY

professionnelles et professionnels en génie devront intégrer la profession d'ici 10 ans pour répondre à la demande du marché. Je suppose que le secteur de la construction sera également touché.

Enfin, je me réjouis de notre dernière campagne de communication. Elle met de l'avant une nouvelle image, une vision plus humaine de notre profession qui illustre parfaitement de quelle façon les ingénieures

et les ingénieurs répondent aux besoins de la population québécoise.

RELÈVE ET DIVERSITÉ SUR LES CHANTIERS

La question de la relève et de la diversité sur les chantiers, et plus largement celle de la main-d'œuvre, sont des préoccupations centrales tant pour l'Ordre que pour la Commission de la construction du Québec (CCQ).

MINIBIO

Sophie Larivière-Mantha

Présidente de l'Ordre des ingénieurs du Québec depuis 2022, Sophie Larivière-Mantha s'est fixé trois priorités sur lesquelles elle désire intervenir durant son mandat : la surveillance des travaux, le développement durable et la place des femmes en génie.

Audrey Murray

Audrey Murray cumule près de 20 ans d'expérience dans le milieu de la construction, dont 7 en tant que vice-présidente de la Commission de la construction du Québec. Avocate de formation, elle a également présidé la Commission des partenaires du marché du travail et a été sous-ministre du Tourisme du Québec.

Sophie : Selon toi, quelle est la principale barrière à l'intégration des femmes dans le milieu de la construction ?

Audrey : Actuellement, on compte environ 3,8 % de femmes sur les chantiers. Il y a eu des gains par rapport au passé, mais nous perdons encore 55 % d'entre elles après cinq ans. Les deux plus importants motifs d'abandon sont les difficultés en matière de conciliation travail-famille et le climat de travail. C'est pourquoi nous allons travailler davantage sur ces aspects dans le nouveau programme d'accès à l'égalité des femmes dans l'industrie. Ce plan, adopté en 2015, nous a aidés à rattraper la moyenne canadienne, mais c'est encore insuffisant. Sur le terrain, je sens d'ailleurs qu'il y a un grand désir de changement de culture, tant du côté des syndicats que des entreprises. Nous comptons mettre en œuvre des stratégies

et des actions afin que les milieux de travail soient plus accueillants et inclusifs. Qu'en est-il pour vous ?

Sophie : Nous comptons actuellement 16 % de femmes dans nos rangs, alors qu'elles n'étaient que 4 % en 1989 ! Nous constatons que les femmes représentent près de 22 % des candidates et des candidats à la profession. Un élément clé de succès qui a mobilisé tout le milieu du génie a été l'initiative 30 en 30 lancée par Ingénieurs Canada, qui a pour objectif de porter à 30 % le pourcentage de femmes ingénieures nouvellement admises en 2030. Je suis optimiste pour l'avenir, car neuf ingénieures sur dix recommanderaient à leur fille de travailler dans le domaine du génie. Ce que nous savons, c'est que les femmes ont besoin de modèles et de personnes capables de les mentorer pour pouvoir se projeter dans la profession. Elles ont aussi besoin d'accommodements conçus pour elles, qui seront par ailleurs bénéfiques à toute la communauté du génie une fois mis en place.

Audrey : C'est intéressant et inspirant pour nous. Il y a aussi la question des personnes issues de l'immigration, car elles représentent à peine 5,5 % de la main-d'œuvre dans le domaine de la construction. Compte tenu des énormes besoins en main-d'œuvre pour les cinq prochaines années, l'immigration est un incontournable. La CCQ travaille sur un plan d'action afin de faciliter l'intégration des personnes immigrantes, en particulier par la reconnaissance de l'expérience.

Sophie : Je suis d'accord avec toi, c'est un incontournable. Pour sa part, l'Ordre est l'un des ordres professionnels qui reçoit et accepte le plus de demandes d'admission, avec 12,5 % des ingénieures et des ingénieurs formés en dehors du Canada et près de 25 % issus de l'immigration.



« Les solutions aux défis environnementaux émergeront d'une pratique multidisciplinaire. »

SOPHIE
LARIVIÈRE-MANTHA, ING.

Nous sommes constamment à la recherche de solutions pour optimiser nos processus sans sacrifier nos standards, car il est primordial pour nous de garantir le maintien d'un niveau de compétences adéquat, sachant que dans de nombreux pays, le titre d'ingénieur n'est pas réglementé. Par exemple, pour faciliter le processus d'admission, nous avons établi des ententes de reconnaissance de diplomation avec des universités étrangères. Cela accélère grandement le processus.

ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

L'adaptation aux changements climatiques et le développement durable passent aussi par des bâtiments bien conçus et résilients. La CCQ et l'Ordre ont à cœur de s'adapter pour mieux répondre à ce défi.

Sophie : Selon toi, le milieu de la construction a-t-il les outils nécessaires pour s'adapter et effectuer cette transition ?

Audrey : J'ai le sentiment que les choses avancent trop lentement.

Nous devons poser rapidement un diagnostic sur les besoins en compétences vertes, mais aussi miser sur les innovations sur le terrain. Cette question fait d'ailleurs partie de mes priorités, car le milieu de la construction est celui qui produit le plus de déchets et de gaz à effet de serre.

Sophie : Les solutions aux défis environnementaux émergeront d'une pratique multidisciplinaire. À l'Ordre, nous avons actualisé notre énoncé de position sur le développement durable ; nous avons ainsi détaillé nos engagements pour soutenir les ingénieures et les ingénieurs au quotidien dans une nouvelle version de ce plan d'action. Nous proposons aussi des formations liées au développement durable. D'ailleurs, nous avons collaboré à une formation de 15 heures sur l'adaptation aux changements climatiques produite par Ouranos et l'Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques de l'Université Laval. Celle-ci est aussi offerte aux architectes et aux urbanistes.

CONCLUSION

Cet échange révèle un moment crucial pour le secteur de la construction. La nécessité d'inclure davantage de femmes et de personnes issues de l'immigration se profile, tout comme l'urgence d'adopter des pratiques durables pour répondre aux changements climatiques. Pour faire face aux défis, une approche concertée apparaît comme la voie à suivre pour façonner un avenir durable et inclusif. ■■

Propos recueillis par Emmanuelle Gril, journaliste. Les réponses ont été éditées pour plus de concision et de fluidité.

VOTRE PARTENAIRE DE
CONFIANCE EN FORMATION
CONTINUE DEPUIS
PLUS DE 30 ANS

Accumulez des heures
de formation continue
grâce à nos cours en ligne
en direct, dispensés par
des experts de l'industrie.

Obtenez un rabais de
10 % sur votre prochaine
formation CIPE avec
le code **OIQ2024***

C I P E

* Ce rabais s'applique uniquement aux cours de 1 à 5 jours ou webinaires et ne peut pas être utilisé en conjonction avec tout autre rabais, y compris les rabais de groupe. Valable pour les NOUVELLES INSCRIPTIONS pour les cours de juin 2024 à déc 2024.



Chimique · Civil · Construction · Électrique · Environnement · Général · Industriel · Mécanique

cipe.ca/LePlan

**La Corporation des maîtres mécaniciens
en tuyauterie du Québec célèbre ses 75 ans!**



**Toujours fière d'être un partenaire
de premier plan dans l'évolution de l'industrie
de la mécanique du bâtiment au Québec.**

 cmmtq.org

Encadrement professionnel

AMÉLIORER LA PROFESSION EN LA SURVEILLANT

Le Programme de surveillance de l'exercice de la profession s'étend maintenant sur trois ans pour mieux refléter la réalité du terrain.

● ■■■■ Si tous les ordres professionnels disposent d'un programme de surveillance de l'exercice de la profession, celui de l'Ordre se distingue par les moyens investis pour réaliser cet exercice. Les inspectrices et inspecteurs de l'Ordre assurent la surveillance de l'exercice de la profession d'ingénieur en favorisant le développement d'une pratique professionnelle axée sur l'excellence et l'amélioration continue des compétences, tout en réduisant les risques liés à la pratique du génie. Ainsi, pas moins de 24 personnes veillent à ce que la communauté des ingénieures et des ingénieurs respecte les lois et règlements, ainsi que les normes qui régissent la profession.

Désormais, cette équipe disposera du temps nécessaire pour saisir l'évolution des domaines à risque. Ainsi, puisque le plan de surveillance ne se limitera plus à un an, les résultats des visites d'inspection professionnelles seront

consignés à plus long terme en fonction des secteurs touchés. « En disposant d'une période de planification de trois ans, nous pourrions collecter et analyser davantage de données dans des secteurs en pleine évolution, comme l'intelligence artificielle ou la cybersécurité, indique l'ingénieur Frédéric Prétot, directeur de la surveillance et de l'inspection professionnelle. Nous sommes persuadés que ces secteurs influenceront sur certains domaines du génie. Nous allons également évaluer les risques. Et rien ne nous empêche d'apporter des ajustements au besoin, par exemple si le nombre de signalements venait à augmenter dans un domaine spécifique. »

La collaboration avec les parties prenantes sera plus complète en étalant sur trois ans les rencontres de travail. Ainsi, on se donne les moyens de mieux comprendre les défis dans certains domaines de pratique à risque et de recueillir plus de renseignements sur ces domaines.

Autre nouveauté, l'application des principes de développement durable dans la pratique du génie fera l'objet d'une attention particulière des inspectrices et des inspecteurs. « Pendant les visites d'inspection, nous mettons particulièrement l'accent sur les projets des membres de l'Ordre qui intègrent les principes de développement durable, tels que l'économie circulaire, ou d'autres initiatives visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à diminuer l'utilisation de matières premières », précise Frédéric Prétot. Une façon pour l'Ordre de s'assurer de l'amélioration constante d'une profession axée sur l'excellence.

La planification avant tout

La visite d'inspection professionnelle, qui dure environ trois heures et qui concerne environ

LA MISSION DE L'INSPECTION PROFESSIONNELLE CONSISTE À SURVEILLER L'EXERCICE DE LA PROFESSION D'INGÉNIEUR, TOUT EN CONTRIBUANT AU DÉVELOPPEMENT D'UNE PRATIQUE PROFESSIONNELLE AXÉE SUR L'EXCELLENCE ET L'AMÉLIORATION CONTINUE DES COMPÉTENCES ET EN RÉDUISANT LES RISQUES LIÉS À LA PRATIQUE DU GÉNIE.

4,5 % des membres chaque année, se fait de façon très collaborative. Depuis 2020, 97 % des membres ayant fait l'objet d'une inspection considèrent que ce processus les a aidés dans leur pratique professionnelle.

Conscients cependant que cet exercice obligatoire peut générer un certain stress, les inspectrices et les inspecteurs préparent soigneusement leur visite par un contact téléphonique préalable. « À ce stade, il faut s'assurer d'un bon jumelage entre la personne chargée de l'inspection et celle qui est inspectée, souligne Frédéric Prétot. Nous voulons que les membres puissent tirer parti de l'expérience et de l'expertise de l'inspectrice ou de l'inspecteur qui évaluera leur compétence. »

Choisis pour leurs compétences professionnelles et aussi pour leurs qualités interpersonnelles, les inspectrices et les inspecteurs connaissent bien les contraintes et les défis liés à l'exercice de la profession des membres. Cette proximité de pratique favorise un véritable dialogue au cours de la visite d'inspection, basée sur l'échange et l'écoute. Le climat qui s'installe durant l'inspection est particulièrement précieux pour les ingénieures

15 domaines à risque

Les inspections ciblent à 80 % des membres qui pratiquent dans des domaines à risque. Cela concerne le domaine du bâtiment, mais aussi le génie municipal et les procédés industriels. Ce sont des secteurs qui, au fil du temps, sont sujets à des signalements et qui peuvent entraîner une augmentation des réclamations en assurance responsabilité professionnelle. Cette liste reste relativement stable d'année en année, bien que certains secteurs puissent évoluer en fonction de l'activité économique ou de changements réglementaires.

- 1 Charpentes et fondations
- 2 Ouvrages temporaires
- 3 Ponts et structures de transport
- 4 Géotechnique
- 5 Génie municipal
- 6 Assainissement autonome des eaux usées
- 7 Évaluation environnementale et réhabilitation de site
- 8 Protection incendie
- 9 Mécanique du bâtiment
- 10 Électricité du bâtiment
- 11 Électricité industrielle
- 12 Automatisation des machines et des procédés
- 13 Équipements et machines, industriels et de transport
- 14 Procédés industriels
- 15 Équipements de levage



Illustration : iStock

Un comité d'inspection professionnelle tourné vers l'accompagnement

Forte de ses 25 ans de pratique chez Hatch, en particulier dans le domaine des charpentes et des fondations, l'ingénieure Nathalie Gauthier se passionne pour la valorisation de la profession. Elle estime que préserver la réputation de la profession est essentiel, et voilà pourquoi elle fait partie depuis 2018 du Comité d'inspection professionnelle (CIP) de l'Ordre. Depuis 2022, Nathalie Gauthier préside ce comité qui surveille l'exercice de la profession par les membres.

« À la lumière des rapports d'inspection professionnelle, nous recommandons aux instances de l'Ordre des mesures de perfectionnement, comme des formations, des cours, des lectures pour les membres qui présentent des lacunes de compétences, explique-t-elle. Il s'agit d'accompagner des confrères et des confrères dans le développement de leurs compétences professionnelles. »

La présidente du CIP constate que le nombre de domaines à risque a considérablement augmenté depuis deux décennies, en raison de la vitesse accélérée des méthodes de construction. De plus en plus d'ouvrages temporaires s'ajoutent, comme des échafaudages et de fausses charpentes, ce qui nécessite davantage de points de contrôle. Le nombre d'équipements de levage s'est aussi multiplié sur les chantiers, toujours pour construire plus vite, et cela augmente aussi les risques dans ce secteur.

À l'avenir, les 15 membres du CIP, qui exercent pour la plupart en pratique privée, souhaitent s'assurer que l'inspection des membres continue de se faire dans le respect et la collaboration. Veiller à ce que la communauté du génie dispose de l'encadrement nécessaire afin de maintenir ses compétences contribue à garantir la sécurité du public.

et ingénieurs travaillant dans de petites et moyennes entreprises, qui se retrouvent parfois isolés dans leur milieu de travail.

Un rapport d'inspection est produit à la suite de la rencontre. Le rapport contient des références aux outils accessibles sur le site de l'Ordre, comme le *Guide de pratique professionnelle*, et des suggestions de formations virtuelles sont offertes sur la plateforme de l'Ordre ; il constitue pour les membres une mine d'informations personnalisées pour améliorer leur pratique.

Qui est inspecté ?

Au fil des ans, l'équipe responsable du Programme de surveillance a mis au point une méthodologie d'analyse de profils et de la pratique professionnelle des membres. En fonction de critères tels que le domaine de pratique et le nombre d'années d'inscription au tableau, on optera pour une visite d'inspection ou pour l'envoi d'un questionnaire d'autoévaluation.

« Ces deux méthodes nous permettent de maintenir une présence soutenue auprès de nos membres, soit environ 10 % de l'ensemble de la communauté chaque année », résume le directeur de la surveillance et de l'inspection professionnelle. L'inspection professionnelle cible principalement les personnes qui travaillent dans des domaines à risque (voir l'encadré), mais aussi celles qui se sont jointes à la profession récemment. Cela concerne également les personnes réintégrant la profession après

une absence prolongée, le but étant de vérifier notamment la progression de leur développement professionnel. En plus de protéger le public, le Programme de surveillance de l'exercice de la profession devient ainsi un outil essentiel pour améliorer la profession. ■

Pascale Guéricolas, journaliste.



DÉCOUVREZ COMMENT PLACER LE DÉVELOPPEMENT DURABLE AU CŒUR DE VOS PROJETS !

Consultez votre *Guide de pratique professionnelle* pour accéder à une boîte à outils complète, idéale pour :

- concrétiser vos initiatives durables
- approfondir vos connaissances en analyse et en gestion du cycle de vie
- explorer l'économie circulaire, la réduction, le réemploi, le recyclage et la valorisation des matières résiduelles
- et plus encore

Tout ce dont vous avez besoin se trouve dans votre GPP. Consultez-le ! bit.ly/OIQ_GPP_DD

Sept conseils pour une bonne hygiène numérique

Appliquez ces conseils simples pour vous prémunir de la fraude en améliorant votre sécurité en ligne. Chaque année, le nombre de fraudes numériques augmente. « Et elles se sont accentuées en 2020 avec la pandémie », confirme Tony Fachaux, expert en sensibilisation à la cybersécurité à la Banque Nationale. Une cyberattaque peut mener à un vol d'identité, un vol de données ou encore à un vol financier, qui pourrait ternir votre dossier de crédit et vous amener jusqu'au tribunal.

1. Protégez vos appareils connectés

Optez pour un logiciel antivirus qui examine les sites, téléchargements, pièces jointes et disques durs externes, en plus d'offrir un pare-feu. « Un virus qui s'installe et vole de l'information va chercher à communiquer avec le pirate pour la lui envoyer, poursuit Tony Fachaux. Le pare-feu pourrait bloquer ce type de flux. » Vérifiez régulièrement que cette protection est activée.

2. Optez pour un réseau Wi-Fi sécurisé et des mots de passe robustes

Évitez de vous connecter aux réseaux Wi-Fi non sécurisés à partir de vos appareils. Si vous êtes connecté à un réseau Wi-Fi public, un fraudeur pourrait mettre la main sur vos informations confidentielles. On recommande de ne rien faire de confidentiel sur un réseau public, comme se connecter à son compte bancaire ou à son courriel. Pour sécuriser votre Wi-Fi à la maison, vous devez changer le mot de passe par défaut de votre réseau et celui du routeur de votre fournisseur Internet. Un mot de passe robuste sécurise les accès à vos appareils personnels et professionnels. Il doit être le plus long possible, avoir du sens que pour vous et avoir une utilisation unique. Ne notez et ne partagez jamais ce mot de passe. Activez aussi lorsque possible l'authentification à double facteur (la vérification en deux étapes).

3. Effectuez vos mises à jour régulièrement

Téléchargez les versions les plus récentes des logiciels de sécurité, systèmes d'exploitation, navigateurs Web

et applications de tierces parties. Elles permettent de corriger les nouvelles failles de sécurité connues. Vous pourriez activer l'option de mises à jour automatiques sur vos appareils.

4. Disposez de bonnes sauvegardes

La copie hors ligne de vos dossiers (sur une application infonuagique par exemple) vous permet de retrouver vos fichiers en cas de perte ou de vol de vos appareils, et de récupérer vos données si vous êtes victime d'une attaque par rançongiciel. Si vos mises à jour sont effectuées sur un disque dur externe connecté à un appareil infecté, elles pourraient être compromises.

5. Méfiez-vous avant de cliquer

Restez vigilant face aux communications non sollicitées (courriel, clavardage sur les médias sociaux, message texte). Ne cliquez jamais sur un lien ou une pièce jointe à moins de vous être assuré de sa conformité.

6. Évitez de partager des renseignements personnels sur les réseaux sociaux

Certaines informations que vous publiez en ligne pourraient permettre à un fraudeur d'usurper votre compte à des fins frauduleuses ou de créer un faux compte suffisamment crédible pour commettre de l'hameçonnage.

7. Vous travaillez de la maison ?

Les bonnes pratiques en sécurité mises en place par l'employeur doivent être appliquées, même à distance.

L'offre de la Banque Nationale pour les ingénieurs devient encore plus avantageuse. Découvrez vos nouveaux privilèges à bnc.ca/ingenieur.

ing. Ordre
des ingénieurs
du Québec

Déontologie professionnelle

DOUBLE EMPLOI : ATTENTION !

Inflation alimentaire, augmentation des taux d'intérêt, crise du logement.

Pour plusieurs, il devient difficile de « joindre les deux bouts ».

Par conséquent, il est tentant pour certaines personnes d'ajouter une pratique privée occasionnelle à temps partiel à leur pratique générale à temps plein auprès d'un employeur. C'est possible, mais il importe de tenir compte de plusieurs considérations déontologiques.

●  Tout d'abord, avant d'aller plus loin, tenons pour acquis que l'ingénieure ou l'ingénieur qui envisage de se tourner vers la pratique privée occasionnelle a les connaissances suffisantes pour le faire et se conforme aux règlements applicables en la matière, notamment le *Règlement sur l'assurance de la responsabilité professionnelle des ingénieurs* ainsi que le *Règlement sur les dossiers, les lieux d'exercice et la cessation d'exercice des ingénieurs*. À défaut de quoi, bien sûr, cette personne s'expose à des poursuites disciplinaires et civiles.

Par ailleurs, plusieurs employeurs font signer aux ingénieures et aux ingénieurs qu'ils embauchent des contrats de travail comportant diverses dispositions relatives à la non-concurrence, à la non-sollicitation, à la confidentialité, etc. Bref, il existe un ensemble de restrictions contractuelles dont le non-respect, le cas échéant, pourrait être interprété comme un bris contractuel et un manque d'intégrité professionnelle. Avant d'envisager une pratique privée occasionnelle, il est donc opportun de vérifier l'étendue des obligations contractuelles applicables.

Incompatibilité et conflit d'intérêts

Une première question que l'ingénieure ou l'ingénieur devrait se poser concerne la com-

patibilité de son emploi à temps plein avec la pratique privée occasionnelle envisagée.

Par exemple, dans la fonction publique, une personne qui occupe un emploi lié à la délivrance de permis municipaux ou d'autorisations gouvernementales ne devrait pas offrir ses services à d'éventuels demandeurs de tels permis ou de telles autorisations. Tout comme il serait inapproprié pour quelqu'un travaillant dans une entreprise privée d'offrir ses services aux clients, ou même aux fournisseurs de son employeur.

De telles offres de services pourraient engendrer une situation d'incompatibilité ou de conflit d'intérêts réel, potentiel ou apparent¹.

Par ailleurs, pour éviter toute confusion, dans sa pratique privée occasionnelle, l'ingénieure ou l'ingénieur devrait s'abstenir d'utiliser les coordonnées de son employeur, comme une adresse courriel, un numéro de téléphone, etc.

Appropriation du travail d'autrui ou de la propriété intellectuelle de l'employeur principal

Au cours de son travail à temps plein, l'ingénieure ou l'ingénieur acquiert de l'expérience et développe une expertise qui lui est propre, qu'elle ou il pourrait transposer et utiliser dans le cadre d'une pratique privée occasionnelle. Cependant, il est fréquent qu'un employeur ait élaboré au fil du temps divers outils qui lui sont propres, outils qu'il met à la disposition de ses employées et employés, comme des guides techniques, des gabarits standardisés, des normes et procédures internes, des plans et des schémas types, etc. L'utilisation d'outils de ce type par une ingénieure ou un ingénieur exerçant en pratique privée occasionnelle et travaillant pour un employeur pourrait être interprétée comme une forme d'appropriation

UNE PREMIÈRE QUESTION QUE L'INGÉNIEURE
OU L'INGÉNIEUR DEVRAIT SE POSER
CONCERNE LA COMPATIBILITÉ DE SON
EMPLOI À TEMPS PLEIN AVEC LA PRATIQUE
PRIVÉE OCCASIONNELLE ENVISAGÉE.



UN TRAVAIL À TEMPS PLEIN, SOUVENT DU LUNDI AU VENDREDI, AUQUEL S'AJOUTENT DES OBLIGATIONS FAMILIALES IMPORTANTES, PEUT RÉDUIRE CONSIDÉRABLEMENT LA DISPONIBILITÉ DE L'INGÉNIEURE OU DE L'INGÉNIEUR.

33

du travail d'autrui, voire comme du plagiat ou même un vol de propriété intellectuelle. De plus, l'employeur concerné pourrait se sentir lésé et tenter des recours judiciaires à cet effet.

Disponibilité et diligence

Un travail à temps plein, souvent du lundi au vendredi, auquel s'ajoutent des obligations familiales importantes, peut réduire considérablement la disponibilité de l'ingénieure ou de l'ingénieur. Dans de telles circonstances, il pourrait, par exemple, être inapproprié d'accepter un mandat d'attestation de conformité de travaux si l'ingénieure ou l'ingénieur n'est pas disponible pour effectuer les visites de chantier requises aux moments critiques².

Par ailleurs, l'ingénieure ou l'ingénieur « doit faire preuve, dans l'exercice de sa profession, d'une disponibilité et d'une diligence raisonnables³ ». Tout comme elle ou il doit aussi « rendre compte à son client lorsque celui-ci le requiert⁴ ». Ces obligations s'appliquent à tous les clients d'une ingénieure ou d'un ingénieur, aussi bien aux clients ponctuels rencontrés dans le contexte de

la pratique privée occasionnelle qu'à l'employeur, qui est considéré, ne l'oublions pas, comme le client de l'ingénieure ou de l'ingénieur⁵.

Publicité et représentation

Enfin, l'ingénieure ou l'ingénieur qui sollicite une nouvelle clientèle doit éviter toute « représentation fautive, trompeuse, incomplète ou susceptible d'induire en erreur, par rapport à ses activités et services professionnels⁶ », tant en ce qui concerne ses propres qualifications qu'en ce qui concerne son « équipe ». Ainsi, une ingénieure exerçant seule ou un ingénieur exerçant seul en pratique privée occasionnelle à la maison doit éviter d'employer des expressions comme « notre équipe » ou encore « le groupe ». De plus, laisser croire qu'il existe plusieurs lieux d'exercice en multipliant les adresses à travers le Québec est tout aussi malavisé⁷.

M^e Martine Gervais, avocate, cheffe d'équipe de la gestion des demandes d'enquêtes et conseillère juridique, et Philippe-André Ménard, ing., syndic adjoint.

1. *Ingénieurs c. Leblanc*, CDOIQ, 22-22-0679, 12 avril 2023.

2. *Ingénieurs c. Meza Montufar*, CDOIQ, 22-22-0669, 28 octobre 2022.

3. Article 3.03.01 du Code de déontologie des ingénieurs.

4. Article 3.03.03 du Code de déontologie des ingénieurs.

5. Article 1.02 du Code de déontologie des ingénieurs.

6. Article 5.01.01 du Code de déontologie des ingénieurs.

7. *Ingénieurs c. Koron*, CDOIQ, 22-23-0682, 27 avril 2023.

Législation et jurisprudence

LE SERVICE DE LA SURVEILLANCE DE LA PRATIQUE ILLÉGALE : QU'EST-CE QUE ÇA MANGE EN HIVER ?

Le *Code des professions* précise en toutes lettres que la principale mission d'un ordre professionnel est la protection du public. Pour s'acquitter de cette mission, il dispose de certains outils.

Ces outils sont au nombre de six, à savoir :

- le processus d'**admission**
- la **formation continue obligatoire**
- l'**assurance responsabilité professionnelle**
- l'**inspection professionnelle**
- la **discipline**
- la **surveillance de la pratique illégale**

On remarque que ces outils de protection du public visent les futures et futurs membres (admission et discipline) ou les membres, *sauf* la surveillance de la pratique illégale. En effet, cette surveillance est dirigée vers des personnes qui, sans être membres de l'Ordre, soit exercent une activité réservée à l'ingénieur, soit usurpent le titre réservé.

Par ailleurs, le rôle du Service de la surveillance de la pratique illégale (SSPI) ne se limite pas à réprimer les infractions aux lois qui encadrent la profession d'ingénieur, soit la *Loi sur les ingénieurs* et le *Code des professions*. En fait, le SSPI déploie des efforts considérables en organisant des activités de sensibilisation et de prévention, et en faisant des vérifications de chantiers.

Sensibilisation et prévention

Au chapitre de la sensibilisation et de la prévention, le SSPI offre des formations portant sur la *Loi sur les ingénieurs* et le champ de pratique réservé. Ces formations sont offertes sans frais aux municipalités et aux MRC ; elles sont aussi données gratuitement en entreprise. Il suffit d'en faire la demande. Les formations permettent aux participantes et participants de mieux comprendre ce qu'est la pratique de l'ingénierie, de connaître quelles sont les activités réservées aux ingénieures et ingénieurs, et d'apprendre à reconnaître la pratique illégale et l'usurpation de titre. À titre indicatif, le SSPI a rencontré des représentantes et représentants

de 135 municipalités au cours de l'exercice 2023-2024.

Le SSPI participe en outre à des congrès et à des expositions organisés par divers organismes ou regroupements de professionnelles et de professionnels de l'ingénierie.

En dernier lieu, la prévention se traduit également par la prise de contact avec des personnes qui semblent se trouver en infraction (par exemple en utilisant un titre comme « ingénieur financier »), pour les amener à modifier leur comportement. Ces échanges connaissent habituellement une issue favorable, ce qui met un terme à l'intervention du SSPI sans mener à des accusations.

Vérifications de chantiers

La *Loi sur les ingénieurs* prévoit un mécanisme de vérification qui permet à des vérificatrices ou à des vérificateurs de pénétrer dans tout lieu où se trouve un ouvrage d'ingénierie ou un ouvrage qui est en cours de réalisation ou qui sera réalisé, pour vérifier la conformité avec la *Loi sur les ingénieurs*. Cette vérification ne porte pas sur la qualité ou l'exactitude des plans et des devis d'ingénierie. Il s'agit plutôt de vérifier si des plans et devis dûment signés et scellés par une ingénieure ou un ingénieur ont été, sont ou seront utilisés aux fins de la réalisation de l'ouvrage.

Au cours de l'exercice 2023-2024, l'Ordre a procédé à 450 vérifications au sens de la *Loi sur les ingénieurs*.

Pratique illégale et usurpation de titre

La *Loi sur les ingénieurs* et le *Code des professions* définissent plusieurs infractions pour recouper un grand nombre de situations

**SUR
LE TERRAIN**

135

municipalités
rencontrées

450

vérifications
de chantiers

factuelles qui constituent des infractions. Mentionnons en exemple :

- utiliser le titre réservé, sans être membre de l'Ordre ;
- utiliser un titre ou une abréviation qui peut laisser croire que l'on est membre de l'Ordre ;
- exercer une activité réservée aux membres de l'Ordre sans être membre de cet ordre professionnel ;
- s'afficher comme ingénieure ou ingénieur ou se laisser annoncer comme tel, sans être membre de l'Ordre.

Ces situations peuvent mener au dépôt de chefs d'accusation devant la chambre criminelle et pénale de la Cour du Québec. Advenant une déclaration de culpabilité, la Cour imposera une amende d'au moins 2500 \$, et d'au plus 62 500 \$ dans le cas d'une personne physique, et de 5000 \$ à 125 000 \$ dans les autres cas. En cas de récidive, ces amendes sont portées au double.

Comment un dossier se retrouve-t-il devant les tribunaux ?

Le SSPI fonctionne sur la base de signalements reçus de plusieurs sources : public, site Web de l'Ordre, courriel à signalement@oig.qc.ca, municipalités, Bureau du syndic, etc.

Dès sa réception, le signalement est étudié pour déterminer s'il révèle une situation qui puisse constituer une infraction. Dans l'affirmative, des vérifications sont faites pour constituer un dossier. Par exemple, en matière d'usurpation de titre, des recherches seront menées sur les réseaux sociaux tels LinkedIn et Facebook, ainsi que sur le site Internet de l'employeur pour confirmer l'usurpation du titre.

Lorsque le signalement et les vérifications d'usage permettent de croire à la commission d'une infraction, le dossier est remis à une enquêtrice ou à un enquêteur de l'Ordre, qui rencontrera alors toutes les personnes pertinentes afin de recueillir les éléments de preuve et d'obtenir des versions des faits. La personne visée par le signalement et par l'enquête sera aussi rencontrée pour avoir la possibilité de s'expliquer. Cette personne n'est pas tenue de dire quoi que ce soit à l'enquêtrice ou à l'enquêteur car, s'agissant d'une démarche pouvant mener à une poursuite pénale, les protections constitutionnelles s'appliquent, notamment le droit au silence.

Au terme de l'enquête, un rapport sera préparé et analysé par le chef du SSPI. De concert avec

l'enquêtrice ou l'enquêteur, le chef du SSPI peut alors décider d'acheminer le dossier à la Direction du secrétariat et des affaires juridiques. Dans ce cas, une procureure ou un procureur sera assigné et procédera à l'étude du rapport d'enquête et des preuves recueillies. C'est la procureure ou le procureur qui identifie les infractions relevées et supportées par la preuve, puis qui rédige les chefs d'infractions pertinents.

Une fois les chefs d'infractions rédigés, le dossier est présenté au Comité exécutif de l'Ordre, qui décidera si l'Ordre intente une poursuite pénale. Avec une telle autorisation, l'enquêtrice ou l'enquêteur ira rencontrer une juge ou un juge pour faire autoriser la production des constats d'infraction et ouvrir le dossier à la Cour.

Rappelons que l'Ordre, en tant que poursuivant, doit apporter la preuve hors de tout doute raisonnable de la commission de l'infraction. Si le poursuivant s'acquitte de son fardeau de preuve, il reviendra à la personne accusée d'apporter la preuve d'une exception, d'une exemption, d'une excuse ou d'une justification qui puisse constituer une défense. ■■

Marie-Julie Gravel, ing., conseillère à la surveillance de la pratique illégale et M^e Patrick Marcoux, avocat.



Assurance responsabilité professionnelle

EN CAS DE RÉCLAMATION, QUE DEVEZ-VOUS DÉCLARER DÉCLARER ET INCLURE DANS VOTRE DÉCLARATION POUR MAXIMISER VOTRE PROTECTION ?

Les projets d'ingénierie peuvent prendre une tournure imprévue, et les conflits peuvent rapidement s'aggraver pour se transformer en réclamations. C'est une réalité que de nombreuses ingénieures et ingénieurs doivent affronter. Gérer une telle situation est parfois difficile, mais il existe des informations clés pour faire face à ces défis de manière efficace. C'est particulièrement vrai lorsqu'il s'agit des polices d'assurance responsabilité professionnelle de Victor Canada, assureur exclusif de l'Ordre des ingénieurs du Québec, qui ont des exigences spécifiques en matière de déclaration de réclamations. Voici les étapes clés et les meilleures pratiques pour assurer le traitement efficace d'une réclamation.

1 Comprendre ce qu'est une réclamation

La première étape est de comprendre ce qu'est réellement une réclamation. Selon les polices de responsabilité professionnelle de Victor Canada, une réclamation peut inclure toute allégation verbale ou écrite formulée par un réclamant, que ce soit lors d'une discussion, dans une mise en demeure ou dans le cadre d'un acte de procédure judiciaire. Cette définition large souligne l'importance de signaler

toute communication qui pourrait potentiellement donner lieu à une réclamation.

2 Inclure toutes les informations pertinentes

Dans une déclaration de réclamation, il est crucial d'inclure autant d'information pertinente que possible, notamment tous les documents reçus, tels qu'une mise en demeure et la copie de tout acte de procédure initiale si une poursuite a été intentée.

3 Déclarer rapidement une réclamation

Signaler rapidement une réclamation est un aspect crucial de tout processus de réclamation. En général, il est obligatoire de déclarer toute réclamation à l'assureur Victor Canada dès que possible après en avoir pris connaissance. Cela permet à l'équipe des réclamations de l'assureur de prendre les mesures nécessaires pour limiter la portée du sinistre et protéger les intérêts de la personne assurée. Dans certains cas, des délais stricts peuvent s'appliquer, notamment dans le cas de procédures judiciaires au Québec, où les défendeurs ont un délai très court pour répondre à une demande visant l'engagement d'une poursuite.

4 Conserver les documents pertinents et garder la confidentialité

Enfin, selon la police d'assurance, il est obligatoire de conserver tous les documents en votre possession (comptes rendus de réunions, correspondance et notes de service, etc.) qui sont susceptibles d'être liés à une réclamation. De plus, il est crucial de ne discuter de la réclamation avec personne, sauf avec le courtier ou le Service des réclamations de Victor Canada.

Le traitement des réclamations

Dès qu'une ingénieure ou un ingénieur déclare une réclamation à son assureur, elle ou il s'engage dans un processus structuré et encadré par une équipe spécialisée. Cette équipe comprend des analystes de sinistres expérimentés qui sont

L'importance du contrat

Un contrat rédigé en bonne et due forme est essentiel. Il devrait inclure un mandat détaillé et une définition claire des livrables basée sur une bonne compréhension des attentes du client, ce qui constitue la meilleure option pour prévenir tout litige.

De plus, un contrat écrit permet de préciser les obligations de chaque partie tout en fournissant un cadre pour résoudre les éventuels différends de manière efficace. En cas de litige, un contrat bien rédigé facilite l'interprétation des droits et des obligations de chaque partie, et fournit une base solide pour la résolution des conflits.

En résumé, un contrat écrit est un outil essentiel pour garantir le bon déroulement des projets d'ingénierie et maintenir des relations professionnelles solides entre toutes les parties concernées.



DÉCLARER UNE RÉCLAMATION À VICTOR CANADA

Votre police d'assurance exige que vous déclariez toute réclamation le plus rapidement possible après avoir appris son existence. La déclaration doit être faite par écrit et soumise à Victor Canada par courriel : reclamation.ca @victorinsurance.com

EN FIN DE COMPTE, QUE LA RÉCLAMATION SOIT RÉGLÉE À L'AMIABLE OU TRANCHÉE PAR UN TRIBUNAL OU PAR ARBITRAGE, LES MEMBRES DE L'ORDRE PEUVENT BÉNÉFICIER DU SOUTIEN DE PROFESSIONNELLES ET DE PROFESSIONNELS QUALIFIÉS POUR LES GUIDER À TRAVERS LES DÉFIS DU PROCESSUS.

chargés d'expliquer les garanties de contrat et de superviser la résolution de la réclamation. La participation active de la ou du membre de l'Ordre est nécessaire, notamment pour fournir des informations pertinentes et pour collaborer avec les expertes et experts désignés pour sa défense.

Le traitement des réclamations varie en fonction de leur nature, qu'il s'agisse d'une enquête informelle ou d'une poursuite judiciaire. Dans tous les cas, une équipe est désignée pour assurer la défense de l'ingénieure ou de l'ingénieur, avec laquelle il ou elle doit travailler en étroite collaboration. Si la réclamation se poursuit en justice, l'ingénieure ou l'ingénieur doit participer à différentes étapes telles que les interrogatoires préalables, les audiences de règlement à l'amiable ou le procès lui-même.

Les fournisseurs de services, y compris les expertes et experts en sinistres ainsi que les avocates et avocats spécialisés, interviennent

dans la défense de la réclamation, mais ne sont pas impliqués dans les questions de couverture d'assurance. Tout au long du processus, l'ingénieure ou l'ingénieur peut discuter de la stratégie adoptée avec son équipe de défense et poser des questions sur les différentes étapes de la procédure judiciaire. Il est important de souligner que toutes les dépenses sont assumées par l'assureur.

En fin de compte, que la réclamation soit réglée à l'amiable ou tranchée par un tribunal ou par arbitrage, les membres de l'Ordre peuvent bénéficier du soutien de professionnelles et de professionnels qualifiés pour les guider à travers les défis du processus. En cas d'interrogation ou de préoccupation, le Service des réclamations de Victor Canada fournit des conseils en toute confidentialité. ■

Direction de la surveillance et de l'inspection professionnelle.



POUR EN SAVOIR PLUS

Formation virtuelle *Le contrat : un indispensable*, sur maestro.oiq.qc.ca
Informations sur les contrats, les réclamations et la sinistralité dans le *Guide de pratique professionnelle* de l'Ordre.

LE GÉNIE AUX COMMANDES D'UN FUTUR FLORISSANT

La Fondation de l'Ordre des ingénieurs du Québec est fière de présenter ses 51 boursier.e.s 2024, de même que les partenaires qui lui ont permis, encore cette année, d'offrir une contribution totale de 161 000 \$ pour soutenir la relève en génie. Toutes nos félicitations aux lauréat.e.s et un énorme merci à nos donateurs et partenaires.

PRIX | FO Universitaires du Mérite

Grâce au soutien de Banque Nationale, TD Assurance et Gestion Férique, les Prix universitaires du Mérite FOIQ continuent de maintenir leur réputation prestigieuse et leur attrait inégalé en récompensant, cette année encore, cinq étudiant.e.s exceptionnel.le.s des 1^{er}, 2^e et 3^e cycles universitaires pour leur excellence et leur ingéniosité. Les Prix universitaires du mérite POMERLEAU et le Prix universitaire du Mérite Énergir ont aussi été décernés à trois récipiendaires hors pair dont les réalisations portent sur les valeurs et la vision de ces deux partenaires de choix.



1^{er} PRIX • 1^{er} cycle
BANQUE NATIONALE
Félix Jobin
École de technologie supérieure

Nos partenaires :



POMERLEAU

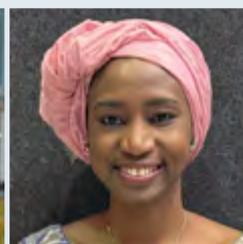
energir



PRIX POMERLEAU
Marie-Laure Filion
Université du Québec à Chicoutimi



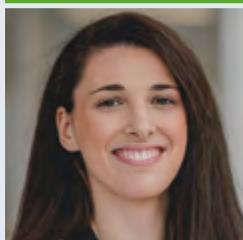
PRIX 2^e cycle
Jad Albasha
Polytechnique Montréal



COUP DE CŒUR FOIQ
Soureyatou Hamidou
Université Laval



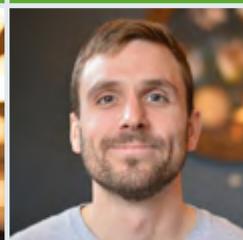
2^e PRIX • 1^{er} cycle
TD ASSURANCE
Marie Tremblay
Université de Sherbrooke



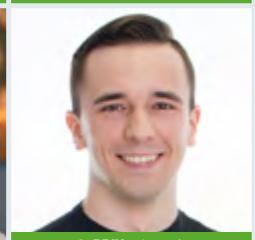
PRIX ENERGIR
Marianne Lipp
École de technologie supérieure



PRIX POMERLEAU
Sara Truchon
Université du Québec à Chicoutimi



PRIX 3^e cycle
Pascal Boudreau
Université McGill



3^e PRIX • 1^{er} cycle
GESTION FÉRIQUE
Justin Couturier
Université Laval



BOURSES | FO

de la Relève

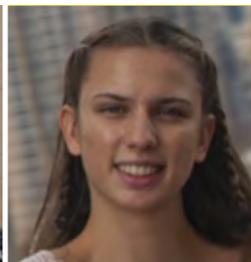
Les Bourses de la Relève jouent un rôle essentiel en mettant en valeur la rigueur, l'engagement social et communautaire, ainsi que la passion des étudiant.e.s qui sont inscrit.e.s au baccalauréat en génie au Québec. Ces bourses fournissent un soutien financier de grande importance pour nos étudiant.e.s.

 <p>BOURSE FONDS JEAN-CLAUDE-COUTURE Zakary Kamal Ismail École de technologie supérieure</p>	 <p>BOURSE STANTEC - Droit au Cœur Vincent Payette Polytechnique Montréal</p>	 <p>BOURSE WSP Énergies Renouvelables Cassie-Anais Savoie Polytechnique Montréal</p>	 <p>BOURSE WSP Innovation William Michaud Levesque Université Laval</p>	 <p>BOURSE WSP Changements Climatiques et Développement Durable Elena Sales Université McGill</p>
 <p>BOURSE RELÈVE Régulière Samuel Paquette Université de Sherbrooke</p>	 <p>BOURSE RELÈVE Régulière Nicki Esfehani Université McGill</p>	 <p>BOURSE TETRA TECH Loïc Morin Université Laval</p>	 <p>BOURSE WSP Diversité et Inclusion Laurie-Anne Méthot Université du Québec à Trois-Rivières</p>	 <p>BOURSE DIVERSITÉ FÉRIQUE Kisothan Suthakaran Université McGill</p>
 <p>BOURSE STANTEC - Droit au Cœur Ermina Babajic Université de Sherbrooke</p>	 <p>BOURSE STANTEC - Droit au Cœur Jacob Cossette École de technologie supérieure</p>	 <p>BOURSE PIERRE SAUVÉ, ING. Promotion des femmes en génie Camille Guillemette Loyer Université de Sherbrooke</p>	 <p>BOURSE LAPORTE Premiers Peuples Tommy Desbiens Université du Québec à Chicoutimi</p>	 <p>BOURSE DIVERSITÉ FÉRIQUE Šiyana Milenova Milanova École de technologie supérieure</p>
 <p>BOURSE RELÈVE Régulière Antoine Busque École de technologie supérieure</p>	 <p>BOURSE DIVERSITÉ FÉRIQUE Audrey Guy Université de Sherbrooke</p>	 <p>BOURSE RELÈVE Régulière Félix Tremblay Université de Sherbrooke</p>	 <p>BOURSE RELÈVE Régulière Jérôme Pearson École de technologie supérieure</p>	

Les Bourses de l'Avenir ont été spécifiquement créées dans le but d'apporter un soutien aux étudiant.e.s du secteur collégial qui ont l'intention de poursuivre leurs études dans l'une des facultés de génie du Québec. Elles jouent un rôle déterminant dans la rétention des étudiants qui envisagent de faire carrière dans le domaine de l'ingénierie.



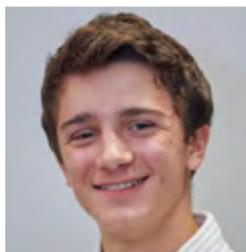
BOURSE RIO TINTO
Annabelle Vellend
Champlain College Lennoxville



BOURSE RIO TINTO
Victoriya Krachkovskaya
Collège Champlain - St-Lambert



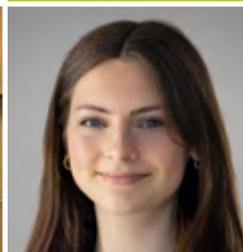
BOURSE AVENIR
Développement Durable
Maïka Piché-Morin
Cégep de l'Outaouais campus Félix-Leclerc



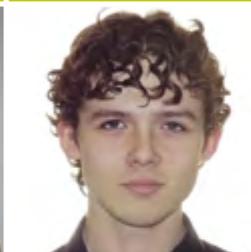
BOURSE AVENIR Régulière
Antoine Desgranges
Cégep de Saint-Hyacinthe



BOURSE STANTEC - Droit au Cœur
Albert Gaudet
Cégep de Trois-Rivières



BOURSE RIO TINTO
Flavie Bédard-Decelles
Cégep de Trois-Rivières



BOURSE AVENIR Régulière
Jacob Rusnak
Cégep Sainte-Foy



BOURSE RIO TINTO
Mélianne Darveau
Cégep de Sainte-Foy



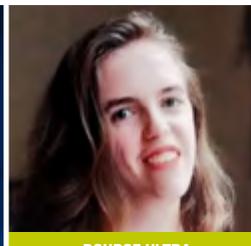
BOURSE AVENIR Régulière
Coralie Daigneault
Collège Lionel-Groulx



BOURSE AVENIR Régulière
Marianne Prémont
Cégep Garneau



BOURSE AVENIR Régulière
Louis-Félix Emond
Cégep Garneau



BOURSE ULTRA
Femme en génie
Stefanie Lee Milczarek
Collège André-Grasset



BOURSE RIO TINTO
Zacharie Roy
Collégial du Séminaire de Sherbrooke

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Au cours de l'exercice 2023-2024, le conseil se composait de :

PRÉSIDENTE

Fatou Pompilus-Touré, ing.

VICE-PRÉSIDENTE

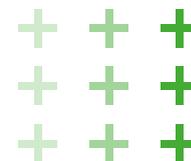
Najat Kamal, ing., Ph.D.

SECRÉTAIRE-TRÉSORIER

Patrick Savard, ing., MBA, ASC

ADMINISTRATEURS :

Stéphane Bilodeau, ing., Ph.D. / Marc Blanchet, ing. / Etienne Gravel, ing. / Jean-François Gysel, ing. M.Sc.A., Ph.D.
Blaise Mouna, ing., CBAP / Nicolas Turgeon, ing., M. Sc., EMBA / Christine Roy, ing., PMP



SOUTIEN | FO

Professionnels formés à l'étranger

Depuis 2018, la Fondation soutient les Professionnels formés à l'étranger (PFÉ) dans leurs efforts visant à se conformer aux exigences professionnelles de l'ingénierie au Québec. Cette année, l'initiative a été rendue possible grâce à Genium360, grand partenaire de ce volet bien spécial de nos bourses. La FOIQ a aussi collaboré étroitement avec le Centre R.I.R.E. 2000 pour la collecte des candidatures, ainsi qu'avec le ministère des Transports et de la Mobilité durable pour la création de la Bourse Persévérance MTMD. Nous exprimons notre profonde gratitude envers tous ces acteurs pour leur soutien indéfectible, de même qu'à M. Gilles P. Gauthier, ingénieur à la retraite. Ce dernier, de concert avec les candidats de l'organisme PROMIS, nous a permis d'octroyer la Bourse Distinction Gilles P. Gauthier.

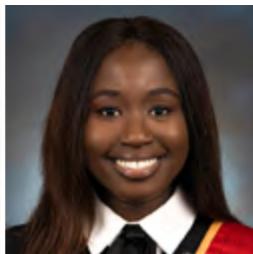
Grand partenaire :
 GENIUM360



BOURSE ATTRACTION MTMD
Amanda Queiroz de Paula
Génie Civil



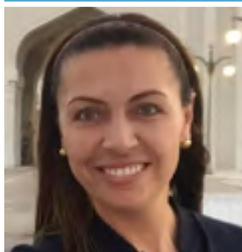
BOURSE GENIUM360
Ali Poursaadati Zinjanab
Génie Électrique



BOURSE GENIUM360
Mbyang Kandji
Génie Civil



BOURSE GENIUM360
Yaksan Saidani
Génie Mécanique



BOURSE GENIUM360
Elisa Carolina Paez Molina
Génie Civil



BOURSE DISTINCTION
GILLES P. GAUTHIER, ING. À LA
RETRAITE - Candidat PROMIS
Cheick Ahmed Tidiane Soumah
Génie Minier



BOURSE GENIUM360
Amine El Mahdi Safhi
Génie Civil



BOURSE GENIUM360
Yves Rocard Ngoupoyou
Génie Civil



BOURSE GENIUM360
Karol Lina Lopez Bedoya
Génie Électrique



BOURSE GENIUM360
Badreddine Elalaoui
Génie Civil



Merci à nos partenaires qui encouragent la relève !

 GENIUM360

RioTinto



POMERLEAU



FÉRIQUE
Solutions financières
pour professionnels en génie

TD Assurance

LAPORTE



energir

Transports
et Mobilité durable
Québec

ULTRA | Intelligence et
Communications

FONDATION

de l'Ordre des ingénieurs
du Québec

Danielle Gabrielle Roy, directrice générale
Isabella Papa, directrice adjointe

fondation@foiq.qc.ca

FOIQ.QC.CA | 1 833 647.3647



Avis de radiation

Conformément à l'article 182.9 du *Code des professions* (RLRQ, c. C-26), avis est donné par la présente que le 22 février 2024, le Comité exécutif de l'Ordre des ingénieurs du Québec a prononcé la radiation des membres dont le nom apparaît ici-bas, pour avoir fait défaut de se conformer aux obligations de la formation continue obligatoire conformément au *Règlement sur la formation continue obligatoire des ingénieurs*.

Cette décision est en vigueur depuis le 25 mars 2024.

Prénom	Michel
Nom	Doss
Domicile professionnel	Montréal

* Lorsque le nom d'une personne est suivi d'un astérisque, cela signifie qu'elle s'est réinscrite depuis la radiation et est maintenant membre en règle de l'Ordre des ingénieurs du Québec.

Veillez communiquer avec le Service à la clientèle (514 845-6141 ou 1 800 461-6141, option 1, ou par courriel : sac@oiq.qc.ca) afin de vérifier si les personnes dont le nom n'est pas suivi d'un astérisque ont régularisé leur situation depuis le 25 mars 2024.

Montréal, le 25 mars 2024

M^e Pamela McGovern, avocate

Secrétaire de l'Ordre et directrice des affaires juridiques

Avis de limitation du droit d'exercice

Conformément à l'article 182.9 du *Code des professions* (RLRQ, c. C-26), avis est donné par la présente que le Comité exécutif de l'Ordre des ingénieurs du Québec a rendu une décision le 21 mars 2024, relativement au droit d'exercice d'**Emmanuel Lapointe, ing.** (membre n° 5030835), dont le domicile professionnel est situé à Brossard, province de Québec, à savoir :

Géotechnique

« DE LIMITER le droit d'exercice d'**Emmanuel Lapointe, ing.** (membre n° 5030835), jusqu'à ce que les mesures de perfectionnement soient complétées avec succès, en lui interdisant d'exercer toute activité professionnelle réservée aux ingénieurs par la *Loi sur les ingénieurs* lorsqu'elle se rapporte au domaine de la géotechnique.

« Toutefois, **Emmanuel Lapointe, ing.** pourra exercer dans ce domaine sous la supervision d'un.e ingénieur.e qui devra apposer aux documents d'ingénierie les marques d'authentification requises et en assumer la responsabilité professionnelle. »

Cette limitation du droit d'exercice d'**Emmanuel Lapointe, ing.** est en vigueur depuis le 8 avril 2024.

Montréal, ce 8 mai 2024

M^e Élie Sawaya, avocat

Secrétaire adjoint et chef des affaires juridiques

Avis de limitation du droit d'exercice

Conformément à l'article 182.9 du *Code des professions* (RLRQ, c. C-26), avis est donné par la présente que le Comité exécutif de l'Ordre des ingénieurs du Québec a rendu une décision le 21 mars 2024, relativement au droit d'exercice de **Gilles Labrie, ing.** (membre n° 33733), dont le domicile professionnel est situé à Saint-Georges, province de Québec, à savoir :

Géotechnique

« DE PRONONCER la limitation volontaire du droit d'exercice de **Gilles Labrie, ing.** (membre n° 33733), en lui interdisant d'exercer toute activité professionnelle réservée aux ingénieurs par la *Loi sur les ingénieurs* lorsqu'elle se rapporte au domaine de la géotechnique.

« Toutefois, **Gilles Labrie, ing.** pourra exercer dans ce domaine sous la supervision d'un.e ingénieur.e qui devra apposer aux documents d'ingénierie les marques d'authentification requises et en assumer la responsabilité professionnelle. »

Cette limitation du droit d'exercice de **Gilles Labrie, ing.** est en vigueur depuis le 21 mars 2024.

Montréal, ce 22 avril 2024

M^e Élie Sawaya, avocat

Secrétaire adjoint et chef des affaires juridiques

Avis de limitation du droit d'exercice

Conformément à l'article 182.9 du *Code des professions* (RLRQ, c. C-26), avis est donné par la présente que le Comité exécutif de l'Ordre des ingénieurs du Québec a rendu une décision le 21 mars 2024, relativement au droit d'exercice de **Kim Lesage, ing.** (membre n° 5071374), dont le domicile professionnel est situé à Campbell's Bay, province de Québec, à savoir :

Géotechnique

« DE PRONONCER la limitation volontaire du droit d'exercice de **Kim Lesage, ing.** (membre n° 5071374), en lui interdisant d'exercer toute activité professionnelle réservée aux ingénieurs par la *Loi sur les ingénieurs* lorsqu'elle se rapporte au domaine de la géotechnique.

« Toutefois, **Kim Lesage, ing.** pourra exercer dans ce domaine sous la supervision d'un.e ingénieur.e qui devra apposer aux documents d'ingénierie les marques d'authentification requises et en assumer la responsabilité professionnelle. »

Cette limitation du droit d'exercice de **Kim Lesage, ing.** est en vigueur depuis le 21 mars 2024.

Montréal, ce 22 avril 2024

M^e Élie Sawaya, avocat

Secrétaire adjoint et chef des affaires juridiques

Avis de limitation du droit d'exercice

Conformément à l'article 182.9 du *Code des professions* (RLRQ, c. C-26), avis est donné par la présente que le Comité des requêtes de l'Ordre des ingénieurs du Québec a rendu une décision le 31 mai 2022, relativement au droit d'exercice de **Daniel Dargis, ing.** (membre n° 40068), dont le domicile professionnel est situé à Montréal, province de Québec, à savoir :

Charpentes et fondations

« DE LIMITER, jusqu'à ce que les cours de perfectionnement et le stage de perfectionnement soient complétés avec succès, le droit d'exercice de **Daniel Dargis, ing.**, en lui interdisant d'exercer, autrement que sous la supervision d'un ingénieur, toute activité professionnelle réservée ou non aux ingénieurs (incluant la partie 9 du CNB) par la *Loi sur les ingénieurs*, lorsqu'elle se rapporte au domaine des charpentes et fondations. »

Daniel Dargis, ing. a obtenu le sursis de l'application de cette limitation par jugement de la Cour supérieure. Par jugement daté du 10 avril 2024, la Cour supérieure a mis fin au sursis en question. Ainsi, cette limitation du droit d'exercice de **Daniel Dargis, ing.** est en vigueur depuis le 10 avril 2024.

Montréal, ce 10 mai 2024

M^e Élie Sawaya, avocat

Secrétaire adjoint et chef des affaires juridiques

Avis de limitation du droit d'exercice

Conformément à l'article 182.9 du *Code des professions* (RLRQ, c. C-26), avis est donné par la présente que le Comité exécutif de l'Ordre des ingénieurs du Québec a rendu une décision le 21 mars 2024, relativement au droit d'exercice de **Gilles Labrie, ing.** (membre n° 33733), dont le domicile professionnel est situé à Saint-Georges, province de Québec, à savoir :

Géotechnique

« DE PRONONCER la limitation volontaire du droit d'exercice de **Gilles Labrie, ing.** (membre n° 33733), en lui interdisant d'exercer toute activité professionnelle réservée aux ingénieurs par la *Loi sur les ingénieurs* lorsqu'elle se rapporte au domaine de la géotechnique.

« Toutefois, **Gilles Labrie, ing.** pourra exercer dans ce domaine sous la supervision d'un.e ingénieur.e qui devra apposer aux documents d'ingénierie les marques d'authentification requises et en assumer la responsabilité professionnelle. »

Cette limitation du droit d'exercice de **Gilles Labrie, ing.** est en vigueur depuis le 21 mars 2024.

Montréal, ce 22 avril 2024

M^e Élie Sawaya, avocat

Secrétaire adjoint et chef des affaires juridiques

EXAMEN PROFESSIONNEL

AVIS À TOUS LES CANDIDATS ET TOUTES LES CANDIDATES À LA PROFESSION D'INGÉNIEUR ET AUX PERSONNES DÉTENTRICES D'UN PERMIS RESTRICTIF TEMPORAIRE

Conformément au *Règlement sur les autres conditions et modalités de délivrance des permis de l'Ordre des ingénieurs du Québec*, voici les renseignements concernant les prochaines séances d'examen :

Prochaines séances d'examen

Date de la séance	Lieu	Date limite d'inscription
15 juin 2024 à 13 h	Chicoutimi	18 mai 2024
24 août 2024 à 9 h	Montréal	27 juillet 2024
14 septembre 2024 à 13 h	Québec	17 août 2024

Pour vous inscrire à une séance, vous devez au préalable terminer votre formation théorique. Une fois terminée, vous recevrez un courriel contenant le lien pour vous inscrire sur la plateforme.

Pour en savoir plus, vous pouvez vous rendre sur le site de l'Ordre des ingénieurs du Québec au oiq.qc.ca ou communiquer avec l'équipe de l'examen professionnel par courriel au examenprofessionnel@oiq.qc.ca.

En conformité avec la *Loi sur la langue commune et officielle du Québec*, le français, cet examen est administré en français. Toutefois, les candidates et candidats qui se qualifient pour un permis temporaire selon l'article 37 de la *Charte de la langue française* peuvent obtenir un exemplaire bilingue du questionnaire. Certaines dates pourraient être sujettes à des modifications. Consultez la plateforme d'inscription pour obtenir les informations les plus récentes.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ANNUELLE 2024

RENDEZ-VOUS EN LIGNE
LE JEUDI 13 JUIN — 17 H 30

La webdiffusion, incluant le droit de vote aux membres, vous permettra de prendre connaissance des principales réalisations de l'Ordre et des projets à venir.

POUR OBTENIR L'INFORMATION COMPLÈTE :

bit.ly/OIQ_AGA_2024

ing. Ordre
des ingénieurs
du Québec



Ponts
JACQUES CARTIER +
CHAMPLAIN
Bridges
Canada

RECONFIGURATION DE L'AUTOROUTE BONAVENTURE

Création d'un corridor vert

- + Accès au bord du fleuve
- + 80 000 m² d'espaces verts
- + 2 pistes de mobilité active de 2,5 km

Développement d'un boulevard

- + Maintien de la capacité routière
- + 3 voies par direction
- + 3 intersections protégées



Soumissionnez sur nos différents contrats par l'entremise de MERX

Procurez-vous nos documents d'appel
d'offres publics destinés aux entrepre-
neurs et aux fournisseurs.



ReconfigurationBonaventure.ca



MANUFACTURES 4.0

SURFER SUR UN OCÉAN DE DONNÉES MASSIVES

De la commande à la livraison en passant par la conception, la production et le contrôle de qualité, les données massives sont l'ingrédient de base des manufactures qui ont pris le virage de l'industrie 4.0.

« Dans une usine de pâtes et papiers, il y a entre 10 000 et 15 000 capteurs. Dans une raffinerie, c'est entre 50 000 et 100 000 », déclare Stéphane Rioux, ing., directeur des partenariats chez AspenTech. Ces milliers de capteurs génèrent des milliers de données massives sur les conditions de production, les flux de matières entrants et sortants, le fonctionnement et l'usure des équipements, la qualité de la production. S'ajoutent encore les données concernant la gestion des commandes, des livraisons, des ressources humaines... Une mer de données à exploiter pour



améliorer la qualité des produits, et pour optimiser l'utilisation des ressources et la productivité de l'entreprise. « Avec les données sur la qualité des produits et les conditions de production, on est capables de faire des corrélations », explique Jonathan Gaudreault, ing., professeur au Département d'informatique et de génie logiciel de l'Université Laval. « Les données sur les commandes, l'inventaire des matières premières, les lignes de production disponibles permettent d'ordonnancer la production », ajoute Stéphane Rioux. « Si un équipement est inutilisé pendant une heure, c'est une heure de production perdue », appuie Jonathan Gaudreault, également membre de l'Institut intelligence et données (IID).

La quête des données

« On n'utilise pas les données massives juste pour la technologie, mentionne Stéphane Rioux. Il faut avoir un objectif qui n'est pas technologique, mais d'amélioration. » « Ça commence toujours par un objectif stratégique de l'entreprise, confirme Carl Fugère, président-directeur général du Regroupement des entreprises en automatisation industrielle (REAI). De cet objectif, on déduit le type de données qui nous seraient utiles pour pouvoir valider si on a atteint cet objectif. » Les entreprises commencent généralement par utiliser les données que fournissent déjà



« On n'utilise pas les données massives juste pour la technologie. Il faut avoir un objectif qui n'est pas technologique, mais d'amélioration. »

STÉPHANE RIOUX, ING., DIRECTEUR DES PARTENARIATS CHEZ ASPENTECH

La place du numérique dans les entreprises manufacturières est appelée à progresser

- **81 % des entreprises sondées** déclarent avoir une personne qui s'occupe du développement numérique.
- **37 % des entreprises manufacturières** estiment avoir un degré de maturité numérique faible et **45 %** le jugent moyen.
- **36 %** gèrent encore leur information sur du papier ou avec des outils de bureautique.

Concernant les données massives précisément :

- **21 % des entreprises** manifestent de l'intérêt pour la valorisation des données massives.
- **14 %** les utilisent.

Source : gouvernement du Québec, Industrie 4.0. Enquête auprès des entreprises manufacturières du Québec (2021).



Les installations du Lab-Usine, en cours d'aménagement, feront large place à la production numérique assistée par l'intelligence artificielle.

Du soutien pour les PME

Accompagnement sur mesure

L'Usine bleue est une initiative du Regroupement des entreprises en automatisation industrielle (REAI) lancée en 2020 pour accompagner les manufactures dans leur transformation. Avec ses 130 membres qualifiés dans les différentes sphères de l'automatisation, l'Usine bleue offre un accompagnement d'une durée allant de 30 jours à 6 mois. Elle effectue un bilan de la manufacture cliente, détermine un projet d'amélioration et lance un appel aux membres pour trouver un jumelage adéquat avec un membre qui élaborera le projet avec la manufacture cliente. L'Usine bleue se charge aussi de trouver des partenaires financiers.

Unité mixte de recherche et de développement industriels

Le Lab-Usine a été lancé officiellement le 4 avril 2024 et fait suite au Consortium de recherche en ingénierie des systèmes industriels 4.0 de l'Université Laval. Dirigé par Jonathan Gaudreault, le Lab-Usine est une ligne de production intelligente qui inclut un configurateur de design, l'ingénierie, la fabrication robotisée et des systèmes de vision pour la fabrication expérimentale. Les entreprises partenaires ont un défi de fabrication sur mesure et aimeraient que leurs produits soient personnalisables de façon automatique, c'est-à-dire que la modification, l'ingénierie et la programmation des robots soient automatisées. « L'idée est d'identifier une problématique de recherche de l'entreprise, puis on définit un projet qu'on peut faire sur notre ligne de production avant que la solution soit déployée chez le partenaire », explique Jonathan Gaudreault.

les équipements de production et le système de gestion de production, et elles ajouteront d'autres mesures pour compléter un jeu de données pertinent pour atteindre leur objectif. Cet exercice requiert parfois de l'ouverture d'esprit pour dénicher une donnée utile. Jonathan Gaudreault donne l'exemple d'Acta, un fabricant de meubles français, qui cherchait à trouver l'origine d'un défaut de fabrication dans les données de production. Comme les données restaient muettes, un employé d'expérience a suggéré un effet des conditions météorologiques. De fait, l'humidité ambiante peut avoir un effet négatif sur le procédé d'application de la peinture, paramètre qui ne figurait pas dans les données initialement collectées.

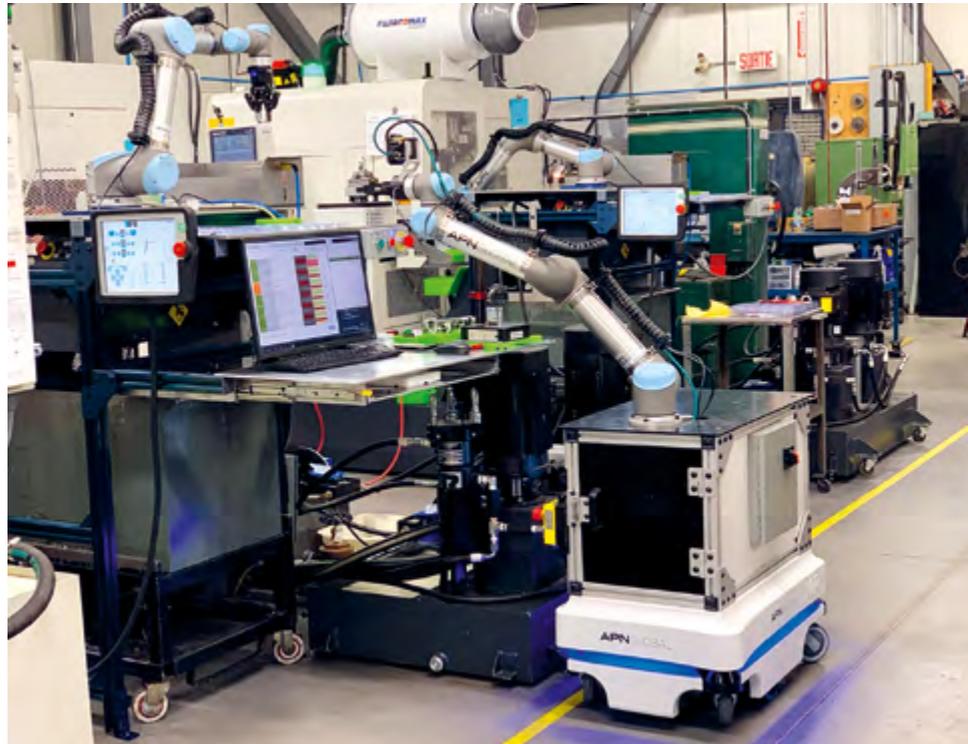
Orchestrer les données

Il reste encore à intégrer les données pour en extraire des informations utiles à l'atteinte de l'objectif. « Dans une entreprise, les divers secteurs (production, marketing, administration) ont chacun leurs systèmes qui sont comme des portes d'entrée des données, indique Carl Fugère. Il faut donner une cohésion, et c'est là qu'on installe des systèmes intégrateurs. » Ce sont les logiciels de pilotage de la production (en anglais, *manufacturing execution system*) et de fabrication intégrée par ordinateur (*computer-integrated manufacturing*) qui, en fonction des données de commandes et de design des produits, envoient



« Ça commence toujours par un objectif stratégique de l'entreprise. De cet objectif, on déduit le type de données qui nous seraient utiles pour pouvoir valider si on a atteint cet objectif. »

CARL FUGÈRE, PRÉSIDENT-DIRECTEUR GÉNÉRAL DU REGROUPEMENT DES ENTREPRISES EN AUTOMATISATION INDUSTRIELLE (REAI)



les instructions à la ligne de production en indiquant les critères de qualité à surveiller. L'intégration peut aller jusqu'à la conception automatique du produit lui-même. C'est ce que souhaite Sokio, une entreprise créée pour automatiser la fabrication de bâtiments, rapporte Jonathan Gaudreault. En partenariat avec le Lab-Usine de l'Université Laval, Sokio veut développer un système capable de prendre la commande du client pour produire automatiquement les plans de construction et envoyer les instructions de fabrication aux machines.

Le système intégrateur Liggo

APN, maintenant acquis par Schivo, fabrique des pièces hautement spécialisées pour les industries aéronautique et biomédicale. En partenariat de recherche avec le Lab-Usine, elle a mis au point Liggo, un système intégrateur des données et d'automatisation de la production qui inclut le contrôle de qualité en temps réel et une rétroaction sur la ligne de production. Liggo prend en compte le savoir-faire manufacturier d'un produit, le plan de la pièce, les instructions d'assemblage pour la fabrication ainsi que les caractéristiques à contrôler pour assurer la qualité du produit. Sur la ligne de production, un robot orchestré par Liggo prend la pièce en cours de fabrication, l'apporte au poste de mesure de qualité et, en cas de défaut, la rapporte sur la ligne de production qui a reçu de nouvelles instructions pour corriger le défaut. « On ne fait plus du contrôle de qualité, mais du contrôle de procédé », précise Stéphane Agnard, ing., directeur de la R-D 4.0 chez Schivo.

Les données massives riment avec automatisation et industrie 4.0, mais elles ne mettent pas l'humain de côté, car se profile à l'horizon l'industrie 5.0 où humains et machines seront appelés à collaborer. En orchestrant le travail des humains et celui des machines, Liggo emprunte déjà cette voie. —

Un robot, à la sortie d'une machine-outil à commande numérique, positionne une pièce sur un gabarit en vue d'une prise de mesure de qualité.

Un véhicule à guidage automatique, muni d'un bras robot, achemine la pièce de la machine-outil à commande numérique vers la machine de mesure de coordonnées.



« On ne fait plus du contrôle de qualité, mais du contrôle de procédé. »

STÉPHANE AGNARD, ING.
DIRECTEUR DE LA R-D 4.0
CHEZ SCHIVO

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ENTRE CYBERMENACE ET CYBERSÉCURITÉ

Si l'intelligence artificielle (IA) apporte de nouvelles armes aux cyberpirates, elle fournit aussi les outils pour anticiper les cybermenaces et riposter.

50





La menace IA

L'automatisation et les données massives qui améliorent la productivité des organisations sont aussi le cheval de Troie par où peut s'immiscer une cybermenace. « Tous les systèmes qui utilisent des données sont attaquables, que ce soit une voiture autonome, un réseau électrique, une centrale nucléaire... », prévient Frédéric Cuppens, ing., professeur au Département de génie informatique et génie logiciel de Polytechnique Montréal et directeur de l'Institut multidisciplinaire en cybersécurité et cyberrésilience (IMC²).

L'arrivée de l'IA générative n'a fait qu'exacerber la cybermenace en fournissant aux cyberpirates de nouveaux outils, comme les logiciels de clonage de voix et plus généralement d'hypertrucage (*deepfakes*, en anglais). Sitôt ChatGPT lancé en novembre 2022, des variantes malveillantes, comme FraudGPT et WormGPT, sont apparues sur l'Internet clandestin (le *darknet*) dès l'été 2023. « L'IA aide les *hackers* à apprendre les bases de la programmation malveillante, elle facilite la création de *malwares* et d'hameçonnages personnalisés, indique Esmâ Aïmeur, professeure au Département d'informatique et de recherche opérationnelle de l'Université de Montréal et directrice du Laboratoire d'intelligence artificielle pour la cybersécurité. C'est maintenant plus accessible et à moindre coût. »

« L'IA aide les hackers à apprendre les bases de la programmation malveillante, elle facilite la création de malwares et d'hameçonnages personnalisés. »

ESMA AÏMEUR, PROFESSEURE AU DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE ET DE RECHERCHE OPÉRATIONNELLE DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL ET DIRECTRICE DU LABORATOIRE D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE POUR LA CYBERSÉCURITÉ



« S’il y a une attaque contre une centrale électrique, il y aura peut-être des dégâts, mais un mode dégradé va se déclencher et la production d’électricité sera maintenue. »

FRÉDÉRIC CUPPENS, ING., PROFESSEUR AU DÉPARTEMENT DE GÉNIE INFORMATIQUE ET GÉNIE LOGICIEL DE POLYTECHNIQUE MONTRÉAL ET DIRECTEUR DE L’INSTITUT MULTIDISCIPLINAIRE EN CYBERSÉCURITÉ ET CYBERRÉSILIENCE (IMC²)

La menace peut venir de l’intérieur d’une organisation, par exemple d’un membre malveillant du personnel qui dispose de droits d’accès au système informatique. Une personne peut aussi, par inadvertance, répondre à un courriel d’hameçonnage ou diffuser des données sensibles.

L’IA pour démasquer l’attaque

Heureusement, l’IA offre aussi des outils pour démasquer les cyberpirates en analysant les

courriels, l’accès aux bases de données ou d’autres comportements anormaux dans le système informatique. Par exemple, l’IA utilise le traitement du langage naturel et la reconnaissance d’images pour repérer les informations sensibles. En se basant sur les flux de données, les accès confidentiels, les heures d’activités, des outils de l’IA peuvent aussi repérer des intrusions. « L’IA apprend le comportement normal d’un employé, et s’il dévie de son comportement normal, par exemple en travaillant à des heures inhabituelles ou en téléchargeant beaucoup de données, un drapeau se lève », explique Frédéric Cuppens.

Plusieurs outils d’IA permettent de repérer les cyberattaques, à commencer par ChatGPT. Esma Aïmeur reconnaît que bien que l’IA pose des problèmes de sécurité, elle peut aussi aider à détecter des intrusions. Elle a fait le test de soumettre un courriel douteux à ChatGPT et à Microsoft Copilot pour la sécurité, qui ont parfaitement reconnu les caractéristiques de l’hameçonnage.

Par ailleurs, l'IA serait très efficace pour trouver rapidement le correctif et apporter une réponse coordonnée dans le système.

Au-delà de la cybersécurité, la cyberrésilience

La cybersécurité, même aidée par l'IA, n'est pas sans faille. « On a beau mettre en œuvre tous les moyens de protection et de détection, un attaquant qui s'en donne la peine va passer à travers », admet Frédéric Cuppens. C'est là qu'arrive la cyberrésilience, qui permet à un système attaqué de résister et de continuer à fonctionner. « S'il y a une attaque contre une centrale électrique, il y aura peut-être des dégâts, mais un mode dégradé va se déclencher et la production d'électricité sera maintenue », poursuit Frédéric Cuppens. Cette cyberrésilience est obtenue par une diversification fonctionnelle qui garantit qu'une même fonction pourra être déployée par des composants fonctionnant différemment, de sorte qu'une attaque qui exploite la vulnérabilité d'un composant sera inoffensive sur un autre. Le concept de cible mouvante ajoute une autre couche de résilience en permettant au système de changer son interface lorsqu'un composant est visé par une attaque.

M comme dans multidisciplinaire

Comme le suggère la lettre M de l'IMC², la cybersécurité n'est pas seulement l'affaire de l'informatique et du génie logiciel. Elle repose aussi sur d'autres branches du génie qui participent à la fabrication de divers équipements de production industriels. Esma Aïmeur va plus loin en tendant la main à des professionnelles et des professionnels d'autres disciplines. « Les compétences en informatique sont essentielles, mais insuffisantes. Il faut pouvoir parler à des psychologues pour analyser les comportements des personnes, à des linguistes pour analyser le langage naturel, à des statisticiens pour travailler sur les données, à des juristes pour connaître les réglementations, et à des économistes pour quantifier les cyberrisques. Cette multicom pétence est un gros défi ! » —

 Valérie Levée, journaliste.



ENQUÊTE CANADIENNE SUR LA CYBERSÉCURITÉ ET LE CYBERCRIME (2021)

18 % des entreprises de 10 employés et plus ont été touchées par un incident de cybersécurité.

L'enquête révèle aussi que les dépenses des entreprises pour détecter et prévenir les cyberattaques sont en augmentation ; **elles sont passées de 2,8 à 9,7 milliards de dollars entre 2019 et 2021.**

Les entreprises sensibilisées à la cybersécurité sont mieux placées pour remarquer les incidents de cybersécurité.

Source : Statistique Canada

Défis de recrutement en génie informatique et logiciel



Dans son étude *Profil de l'ingénieur d'aujourd'hui et de demain*, l'Ordre écrivait déjà en 2021 que « le marché mondial [de la cybersécurité] devrait augmenter de 56 % en à peine six ans pour atteindre 270 G\$ US en 2026 ». Les besoins en cybersécurité augmentent, et les ingénieures et ingénieurs en génie logiciel et en génie informatique sont appelés à y répondre, comme en atteste l'étude publiée par l'Ordre en novembre 2023, *Projections, offre et demande de professionnelles et professionnels en génie au Québec, Horizon 2033*. On y lit qu'entre 2023 et 2033, les emplois en génie, tous domaines confondus, devraient augmenter de 40 %.

En génie informatique, la hausse sera cependant plus marquée et atteindra 77 %. Dans cette branche, le nombre d'emplois devrait en effet passer de 26 331 en 2023 à 45 480 en 2033, soit, compte tenu des départs à la retraite, 25 353 nouveaux postes à pourvoir d'ici 2033. Or, les nouvelles diplomations, l'immigration et le bassin de chômeuses et chômeurs ne devraient pourvoir que 22 668 postes.

• Pour en savoir plus sur les projections de main-d'œuvre en génie : oiq.qc.ca/main-doeuvre



CONCEVOIR UN MONDE PLUS VERT

Un récent sondage de l'Ordre révèle que le développement durable préoccupe de plus en plus les membres. Conseils d'une experte et d'un expert pour une transition réussie.

90%

DES GENS DU PUBLIC

pensent que les ingénieures et les ingénieurs ont un rôle important à jouer dans le développement durable.

Alors que les conséquences dévastatrices de la crise climatique font les manchettes, les ingénieures et les ingénieurs se mobilisent plus que jamais pour intervenir dans la mitigation des effets et l'adaptation à cette nouvelle réalité. C'est le constat que tire l'ingénieure en génie chimique Julie-Anne Chayer, vice-présidente du service de responsabilité d'entreprise du Groupe Agéco, qui qui a consacré sa carrière à sensibiliser ses collègues et le public à l'importance de

l'approche axée sur le cycle de vie, en décortiquant les résultats d'un sondage mené à la fin de 2023 par l'Ordre. « On voit que la notion de consommation énergétique et de réduction des gaz à effet de serre (GES) est particulièrement présente, suivie de près par le cycle de vie. Si on avait posé la même question en 2015, je parie que les gens auraient surtout parlé d'utilisation de matière première. » Elle souligne avec enthousiasme que 67 % de ses consœurs et confrères affirment



« Nous avons le devoir d'assurer la sécurité du public, d'une part, mais aussi de veiller à ce que les générations futures puissent avoir une vie aussi positive que la nôtre. »

JULIE-ANNE CHAYER, ING.,

VICE-PRÉSIDENTE – RESPONSABILITÉ D'ENTREPRISE DU GROUPE AGÉCO

appliquer au moins un des principes de développement durable.

S'il ne lui est plus nécessaire d'expliquer ce que sont les changements climatiques – les inondations à répétition et les feux de forêt dévastateurs le font à sa place –, elle constate qu'il faut encore s'activer pour convaincre les parties prenantes d'intégrer une approche qui tient compte de l'impact environnemental de toutes les étapes d'un projet, depuis l'extraction jusqu'à sa fin de vie.

Même son de cloche du côté de Maxime Boisclair, ing., directeur du développement durable pour la firme gbi. « Trop de gens achètent une brosse à dents en bambou et croient ainsi fournir leur part d'effort pour favoriser le développement durable, note-t-il avec déception. Il reste encore beaucoup de travail à faire pour atteindre un niveau plus élevé. »

Au regard des résultats du sondage, il se désole de voir que les principes de protection de l'environnement, pourtant inscrits dans le code de déontologie de sa profession, ne sont pas encore au cœur de toutes les pratiques de ses confrères. « Nous avons le devoir d'assurer la sécurité du public, d'une part, mais aussi de veiller à ce que les générations futures puissent avoir une vie aussi positive que la nôtre », rappelle pour sa part Julie-Anne Chayer.

Expliquer pour convaincre

Parmi les gens du public interrogés au cours du sondage, 90 % estiment que les ingénieures et ingénieurs ont un rôle à jouer dans le développement durable. Pourquoi alors ces approches ne sont-elles pas au centre de tous les projets auxquels elles et ils contribuent ? « La perception selon laquelle les pratiques écologiques ont un coût plus élevé est encore présente, relève Julie-Anne Chayer. Mais si on fait un calcul qui tient compte du cycle de vie complet, on obtient souvent des chiffres plus convainquants. » Elle cite en exemple une analyse qui internalise certaines externalités, comme la

gestion environnementale : « Si on n'en tient pas compte, ça pourrait coûter plus cher ! »

Face à ce problème, Maxime Boisclair croit qu'il est essentiel de prendre le temps d'expliquer les différents aspects d'un projet en adoptant le point de vue de la personne à qui l'on s'adresse : « Avec un comptable, il faut se dire que la conductivité thermique du sol ne risque pas de l'intéresser ; il faut donc choisir des éléments qui lui parleront plus. » Il signale que son métier est justement de modéliser des éléments parfois intangibles, calculs qui permettront de produire des données plus éloquentes.

Si la vulgarisation est un outil indispensable, la patience est aussi de mise. « Le développement durable est comme un gâteau, précise l'ingénieur. On ne le mange pas tout d'un coup, on y va à petites bouchées. » Il tire une grande fierté d'un projet mené pour un client américain, qu'il a convaincu d'intégrer un objectif de décarbonation. « Après huit ans, il m'a dit : "Au début, je ne croyais pas qu'on pouvait y arriver." Mais nous y sommes parvenus ! » Le résultat parle de lui-même — et le client sera plus ouvert à



« Le développement durable est comme un gâteau, précise l'ingénieur. On ne le mange pas tout d'un coup, on y va à petites bouchées. »

MAXIME BOISCLAIR, ING.

DIRECTEUR DU DÉVELOPPEMENT DURABLE POUR LA FIRME GBI

Dans votre travail quotidien, quels sont les principes de développement durable que vous appliquez le plus souvent ?

39 %	Implantation de solutions pour réduire la consommation énergétique ou les gaz à effet de serre
35 %	Implantation de solutions pour réduire la consommation de matières premières
32 %	Choix de solutions visant à réduire l'impact environnemental des processus industriels
29 %	Choix d'intrants, de techniques de fabrication ou de fournisseurs en fonction de leur empreinte environnementale
20 %	Prise en compte du cycle de vie complet du projet ou du produit
14 %	Application des principes d'économie circulaire
14 %	Consultation de la communauté avant le début d'un projet
23 %	Autre

Quels sont les principaux obstacles à l'implantation de solutions axées sur le développement durable dans votre travail ?

49 %	Manque de ressources financières accordées aux projets
30 %	Manque d'intérêt ou d'ouverture de la part des clients du secteur privé
23 %	Manque d'intérêt ou d'ouverture de la part des clients du secteur public
22 %	Je manque d'outils ou de connaissances pratiques dans le domaine
15 %	Mes collègues manquent d'outils ou de connaissances pratiques dans le domaine
14 %	Manque d'intérêt ou d'ouverture de mes supérieurs
08 %	Manque d'intérêt ou d'ouverture de mes collègues
22 %	Aucun

aller encore plus loin la prochaine fois. Ces succès peuvent aussi servir à alimenter des études de cas, qui convaincront les clients suivants.

Rehausser le niveau

Est-ce que les titulaires du titre d'ingénieur ont des lacunes à combler pour mieux intégrer le développement durable à leur pratique ? « Il faut se méfier du confort de l'habitude », mentionne celui qui décrit son travail comme celui d'un consultant à l'intérieur même de sa firme. Rompu à accompagner autant ses collègues que ses clients, il voit les effets bénéfiques de sa fonction de « chien dans un jeu de quilles ». « J'aide tout le monde à faire table rase pour réfléchir », résume-t-il.

« Il y a parfois un manque d'ouverture, une résistance à adopter un nouvel outil ou à suivre une formation », fait également remarquer Julie-Anne Chayer, qui occupe aussi le poste de présidente du conseil d'administration de Bâtiment durable Québec. « Certaines personnes se disent : "Pourquoi changer quelque chose qui fonctionne ?" Mais justement, avec les changements climatiques, on voit que ça ne fonctionne pas ! »

D'après les résultats du sondage de l'Ordre, ces réfractaires semblent tout de même en minorité, le manque d'ouverture des supérieurs ou des collègues se plaçant tout au bas des réponses concernant les principaux obstacles à l'implantation de solutions.

Une solution ? « En tant qu'ingénieures et ingénieurs, nous avons besoin d'aide. S'il y a des irréductibles, il faut pouvoir sortir le bâton », résume Maxime Boisclair, qui espère une multiplication des lois et des règlements verts dans les prochaines années. « Au début des années 2000, on voyait la réglementation comme une contrainte, se souvient de son côté Julie-Anne Chayer. Aujourd'hui, les gens constatent qu'elle permet d'établir des règles de jeu claires, ce qui a comme conséquence que tout le monde joue sur le même terrain. »

Même si le boulot est loin d'être terminé, l'ingénieure est optimiste quant à l'avenir. « Les analyses de cycle de vie sont plus que jamais recherchées », observe-t-elle, soulignant tout le travail de vulgarisation qui a été mené pour en arriver à cette situation. « Est-ce que c'est suffisant ? Non. Je vois quand même le verre à moitié plein — sans oublier tout ce qui reste à accomplir. On avance, mais il faut accélérer la transition, et les ingénieures et ingénieurs sont là pour le faire. » ■

 Gabrielle Anctil, journaliste.

**D'APRÈS LES RÉSULTATS DU
SONDAGE DE L'ORDRE, LES
RÉFRACATAIRES SEMBLANT TOUT DE
MÊME EN MINORITÉ, LE MANQUE
D'OUVERTURE DES SUPÉRIEURS OU
DES COLLÈGUES SE PLAÇANT TOUT
AU BAS DES RÉPONSES CONCERNANT
LES PRINCIPAUX OBSTACLES À
L'IMPLANTATION DE SOLUTIONS.**



RECHERCHE EN MAILLAGE ET EN GÉOMÉTRIE NUMÉRIQUE

58

DE L'IA PLEIN LES DENTS

Quel est le lien entre une turbine et une couronne dentaire ? La génération de formes géométriques, une spécialité de François Guibault, professeur au Département de génie informatique et génie logiciel de Polytechnique Montréal.

● ■ Depuis le début de sa carrière, l'ingénieur François Guibault s'intéresse aux formes géométriques, et c'est le thème central du Laboratoire de recherche en maillage et géométrie numérique (MAGNU) qu'il dirige au Département de génie informatique et génie logiciel de Polytechnique Montréal. Le

maillage est la décomposition d'une surface complexe en formes simples, par exemple des triangles. Il est représenté par un nuage de points reliés par des connexions. Ces mailles deviennent alors de petites unités sur lesquelles il est plus facile d'effectuer des calculs que sur la surface complexe initiale. « On peut ainsi, dit François Guibault, faire des calculs d'analyse de stress ou de résistance de matériaux. »

C'est d'abord dans la conception de turbines de centrales hydroélectriques qu'il a orienté les travaux de son équipe. « Nous avons conçu des outils pour représenter les formes des turbines et faire des calculs de l'écoulement de l'eau », explique François Guibault. La forme des



LE POINT DE DÉPART DE CETTE RECHERCHE EST LA NUMÉRISATION DÉJÀ MAILLÉE SOUS FORME DE PETITS TRIANGLES DE LA DENTITION D'UNE PERSONNE POUR QUI ON FABRIQUE UNE COURONNE.



« Nous, au Laboratoire, nous voulons remplacer l'outil de conception assistée par ordinateur par l'intelligence artificielle. »

FRANÇOIS GUIBAULT, ING., M. SC. A., PH. D.

turbines doit en effet être optimisée en fonction de l'écoulement de l'eau pour maximiser la production d'électricité, de sorte que chaque site hydroélectrique a ses propres turbines.

De la même façon, chaque personne a sa propre dentition, et une couronne dentaire installée pour restaurer une dent abîmée doit être personnalisée pour s'adapter à chaque individu. C'est là que le Laboratoire dentaire Kerenor et le Laboratoire MAGNU se rencontrent. L'équipe de François Guibault a appliqué son expertise en maillage et en

génération de formes géométriques complexes à la conception de couronnes dentaires.

Le point de départ de cette recherche est la numérisation déjà maillée sous forme de petits triangles de la dentition d'une personne pour qui on fabrique une couronne. Dans un premier temps, on a taillé la dent abîmée qui doit recevoir la couronne, et la préparation de cette dent est présente dans le maillage. Il s'agit alors de générer la géométrie, sous forme de maillage, d'une couronne parfaitement adaptée à la préparation et aux dents voisines. Un problème que l'équipe de François Guibault a résolu en trois étapes à l'aide d'algorithmes d'apprentissage.

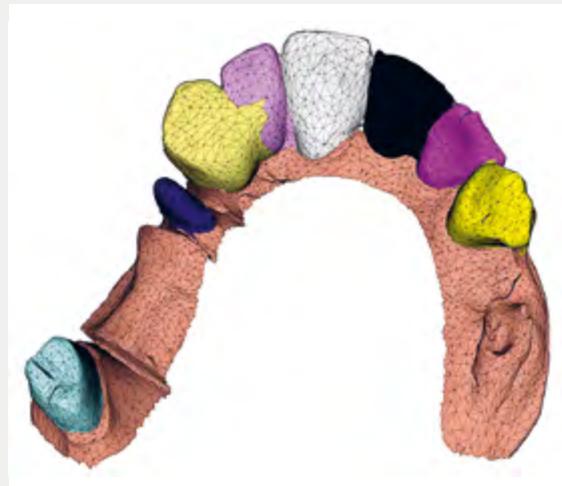
Identifier les dents à l'aide d'algorithmes d'apprentissage

La première étape consiste à apprendre à un algorithme à reconnaître la préparation parmi les autres dents et à quel type de dent elle correspond pour déterminer s'il faudra générer une incisive, une canine ou une molaire. L'identification est d'autant plus ardue que les dentistes ne numérisent pas nécessairement la bouche au complet et que la numérisation partielle ne présente pas les symétries qui peuvent servir de points de repère.

Pour compliquer l'identification, certaines dents peuvent manquer ou être cassées, et plus

Le Laboratoire MAGNU

François Guibault, ing., dirige le Laboratoire de recherche en maillage et géométrie numérique (MAGNU) de Polytechnique Montréal. Ses recherches portent entre autres sur la modélisation et la simulation et comportent un volet destiné à la génération de formes géométriques par diverses approches informatiques, dont l'intelligence artificielle. Une quinzaine de personnes travaillent en étroite collaboration avec lui, dont les professeurs Farida Cheriet et Lama Séoud, ainsi qu'une dizaine d'étudiantes et d'étudiants, des chercheuses et des chercheurs postdoctoraux ainsi que des associées et associés de recherche. Les travaux de l'équipe touchent à différents volets du traitement d'images, de la modélisation de formes et de l'analyse du mouvement, et trouvent des applications diverses en génie biomédical. L'analyse des formes géométriques mise au point par François Guibault trouve ainsi des applications dans de multiples domaines, notamment en dentisterie, pour la conception des prothèses dentaires.



Prototype de génération de surfaces en 3D qui s'appuie sur un outil informatique basé sur l'intelligence artificielle pour concevoir des couronnes dentaires.

difficilement reconnaissables. Pour apprendre, l'algorithme a besoin d'être entraîné à partir de numérisations où les triangles du maillage ont préalablement été étiquetés comme appartenant à une incisive, une molaire, une préparation... Des étudiantes et des étudiants du programme de techniques de prothèses dentaires du cégep Édouard-Montpetit sont venus en stage au Laboratoire MAGNU pour étiqueter manuellement les numérisations.

Donner forme à la couronne

Après avoir repéré la préparation, il faut générer la forme de la couronne qui sera installée dessus. Le maillage des dents montre un espace vide entre la préparation et les dents voisines. C'est ce vide que doit venir combler la couronne. La procédure classique utilise un outil de conception assistée par ordinateur (CAO) pour dessiner la couronne sous forme d'un maillage qui sera ensuite envoyé à la machine qui fabrique la couronne. « Il existe des bibliothèques de dents dans lesquelles on peut aller chercher une dent et la manipuler avec un outil de génération de formes », mentionne François Guibault. Le laboratoire Kerenor dispose donc d'une banque de maillages dentaires, mais aussi de maillages de couronnes. « Nous, au Laboratoire, nous voulons remplacer l'outil de CAO par l'intelligence artificielle », déclare François Guibault, et c'est à partir de la double banque de maillages de Kerenor que l'algorithme peut être entraîné. Il génère un nuage de points calqué sur l'espace vide, puis le maillage de la couronne. « Pour entraîner l'algorithme, on compare ensuite le résultat avec le maillage de la vraie couronne produite par le laboratoire », explique François Guibault. L'algorithme est maintenant capable de générer le maillage pour fabriquer une couronne adaptée à la dentition d'un individu, mais il reste encore une étape pour s'assurer que cette couronne s'ajuste parfaitement sur la préparation.

Définir la ligne de finition

Lorsqu'on installe la couronne, elle s'emboîte sur la préparation, mais ne recouvre pas entièrement la dent originale. La ligne de finition est la démarcation entre la préparation et la couronne, et cette jonction doit se faire au micromètre près pour réduire le risque de développement bactérien sous la couronne. « C'est la préoccupation numéro 1 des dentistes », indique François Guibault. C'est encore un algorithme qui apprend à détecter la ligne

L'ALGORITHME EST MAINTENANT CAPABLE DE GÉNÉRER LE MAILLAGE POUR FABRIQUER UNE COURONNE ADAPTÉE À LA DENTITION D'UN INDIVIDU, MAIS IL RESTE ENCORE UNE ÉTAPE POUR S'ASSURER QUE CETTE COURONNE S'AJUSTE PARFAITEMENT SUR LA PRÉPARATION.

de finition sur la préparation à partir de lignes réellement identifiées par les techniciennes et techniciens en laboratoire.

Nouvelles recherches

Cette recherche entreprise il y a quatre ans débouchera bientôt sur une application qui sera accessible sur le site Intellident, une filiale de Kerenor. Mais François Guibault n'en a pas fini avec les dents, car en cours de projet, il est apparu que certaines préparations se prêtent mieux que d'autres à l'installation de la couronne. Le trajet que doit prendre la couronne pour venir s'installer sur la préparation est parfois malaisé et la fait entrer en collision avec les dents adjacentes. Les dentistes voudraient pouvoir numériser la préparation qu'ils viennent de réaliser et obtenir une rétroaction immédiate leur indiquant si elle est propice à l'installation de la couronne. La recherche se poursuit donc pour définir les critères d'une bonne préparation et entraîner un algorithme à les reconnaître.

Et puis, en plus des couronnes, les dentistes posent des ponts et des implants. François Guibault et son équipe ont encore de quoi se mettre sous la dent pour faire travailler les algorithmes! ■■

 Valérie Levée, journaliste.

Nouvelle cohorte de membres

PERMIS DÉLIVRÉS PAR LE COMITÉ D'ADMISSION À L'EXERCICE DE L'ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

du 4 décembre au 21 mars 2024

L'Ordre célèbre l'arrivée de **185 nouvelles ingénieures et 748 nouveaux ingénieurs**, prêts à propulser la profession vers de nouveaux sommets. Nous leur souhaitons une carrière exceptionnelle, à la hauteur de leurs aspirations audacieuses.

- Abba Moussa, Zacharie
- Abdellaziz, Mustapha
- Aberkane, Mourad
- Abidi, Mohamed
- Abou Nasr, Maroun
- Absi, Christophe
- Adamon, Élisée
- Adib, Hicham
- Ait Hassoune, Mustapha
- Akkouche, Massinissa
- Al Habal, Razan
- Alabood, Haitham
- Alexander, Gabriel
- Aljindi, Tamir
- Allard, Philippe
- Al-Reef, Tatiana
- Alshegri, Bachar
- Alston, Shawn
- Alushaj, Miranda
- Amer-Ouali, Chafik
- Amini Tabar, Masoud
- Amirthalingam, Shankeetha
- Amoussou-Gagnon, Soudjine B.
- Anadif, Hafida
- Andrawos, Gibran
- Andreeva, Anna
- Andrianjakamanana, Tahiana
- Angel Serrano, Isaias
- Anihannou, Megokponto Prosper
- Aoun, Ghazy
- Arabsalmanabadi, Bita
- Arancibia-Strachan, Daniel
- Arazm, Saeed
- Archer, Simon
- Arkian, Mahdi
- Arsenaault, Tommy
- Arseneault, Julie
- Artin, Patrick
- Aryankia, Kiarash
- Assal, Jessica
- Assankpon, Fanese
- Asselin, Guillaume
- Asselin, Jonathan
- Attar, Ghita
- Aubert, Marc-Antoine
- Audant-Charvein, Xavier
- Audet, Samuel
- Audette, Pascale
- Auger, Annabelle
- Auger, Vincent
- Aumont-Gagnon, Andi
- Aurier, Louis
- Autier, Nina
- Azaroual, Elmortada
- Azizi, Moussa
- Azzola, Mathieu
- Ba, Fatoumata Binta
- Babaroutsis, John
- Babosy, Laou-Mane
- Babosy, Ouladys
- Baker-Ostiguy, Simon
- Bakkari, Mehdi
- Balogh-Delisle, Philip
- Balvinder, Singh
- Bamoule, Yiéda Louis Nazaire
- Bampanga, Patrick
- Banitalebi Dehkordi, Hooman
- Baribeault, Léa
- Baril, Michael
- Barki, Abdelaziz
- Barra Irribarra, Luis Ernesto
- Barrette, Sébastien
- Barrouk, Mbarka
- Barthélémy, Guillaume
- Beauchemin, Gabriel
- Beaudoin, Jean
- Beaudoin, Jordan
- Beaudoin, Kevin
- Beaudry, Emmanuel
- Beaudry, Mathieu
- Beaulieu, Pierre-Luc
- Bédard, Catherine
- Bédard-Meunier, Alexis
- Bégin, Samuel
- Bekuit, Jean-Jacques
- Béliand, Jasmin
- Bélanger, Gabriel
- Bélanger, Maxime
- Belhachmi, Khalid
- Ben Amar, Ismail
- Ben Sik Ali, Ismail
- Ben Trad, Mohamed Aziz
- Benaamer, Soulaïman
- Benadada, Mahmoud
- Benhima, Oumhani
- Benjelloun, Soufiane
- Benkadoum, Melissa
- Benkirane, Othmane
- Benoit, Charles
- Benoit, Samuel
- Benoit, Stacy
- Berbiche, Mohamed
- Bergeron, Félix
- Bergeron, Olivier
- Bergeron, Olivier
- Bergeron, Philippe
- Bergeron, Tommy
- Bernaoui, Amir
- Bernard, Alexis
- Bernard, Kathia
- Bernard, Matthieu
- Bernier, Maxime
- Bertrand, Guillaume
- Bertrand, Paul
- Beudin, Romane
- Bichiou, Nidhal
- Bickersteth, Naïma Nina
- Bilodeau, Mathieu
- Bisson, Carl
- Bisson, Nathan
- Blais, Loïc
- Blanchard, Simon
- Blanchet, Justine
- Blanchette-Jacob, Watamé
- Blouin, Stéphane
- Bober, Francis
- Bodet, Célestin
- Boily, Alexis
- Boily, Jean-Philippe
- Boily, Rénata
- Boisjoly, Jacob
- Boissonneault-Glaou, Jonathan
- Boisvert, Michel
- Boivin, Étienne
- Bolduc, Louis-Philippe
- Bonhomme, Geneviève
- Bonneau, Tristan
- Bonnelly, Frederick
- Bossé, Kendjy Paul
- Bossé-Pomerleau, Isaac
- Bossio Carrasquilla, Oswaldo Jose
- Botea, Sergiu
- Bouazzi, Mohamed Naceur
- Bouchard, Alex
- Bouchard, Étienne
- Bouchard, Keven
- Bouchard, Philippe-André
- Bouchard-Roy, Jacob
- Boucher, Mathilde
- Boucher, Raphaëlle
- Bouffard-Martel, Francis
- Boujaha, Hanane
- Boulanger, Sammy
- Boulanger-Martel, Vincent
- Boulay, Anne-Marie
- Bourdon Lafleur, Steve
- Bourezak, Raouia
- Bourgault, Gabriel
- Bourgault, Simon
- Bou-Saleh, Marie-Joe
- Boutin, Gabriel
- Brahimi, Hadjer
- Brassard, Charles
- Brissette, Frédéric
- Brisson, Jean-Francois
- Brochu, Benoît
- Brunton, Dale
- Bugari, Jean-Michel
- Bui, Bao Chau

- Buzingo Shimika, David
- Byrns, Jeffrey Darren
- Cabanillas, Candelaria
- Cai, Yingfan
- Calitoiu, Marta
- Cameron, Klarchen
- Campedelli, Stéphane*
- Campisi, Jeremy
- Cao, Wenhong
- Cardinal, Félix-Antoine
- Cardinal, Marc-Antoine
- Carof, Cécile
- Caron, Vincent
- Carrier, Dominic
- Carrier, Gabriel
- Carrier, Hugo
- Carrier, Olivier
- Carrier, Pascale
- Carrier, Roxanne
- Casas Perez, David*
- Castillo-Pena, Chris
- Castonguay-Poirier, Maxime
- Catteau, Henri
- Caza-St-Louis, Raphaël
- Chabot, Mathieu
- Chabot, William
- Champliand, Thomas
- Chan Seng, Kevin
- Chanca, Étienne
- Chandler, William
- Chaoubi, Ismael
- Chapuis, Yvan
- Charbonneau, Camille
- Charbonneau, Pierre
- Charbonneau, Frédéric
- Charbonneau-Rainville, Jonathan
- Chartrand-Gauthier, Samuel
- Chausset, Pierre
- Chauvin, François
- Chebeia, Alexis
- Cheikh Sidia, Souleymane
- Chenard-Forlini, Marco
- Chénier, Alexandre
- Cherkaoui, Omar
- Chetioui, Hamza
- Chevarie, Mathieu
- Chevrier, Bénédic
- Choy, Mervyn
- Chreim, Elias
- Clément, Francis
- Cloutier, Katerine
- Coderre, Tristan
- Cognet, Damien
- Cohen -Tannoudji, Ariane
- Collin, Simon
- Comtois, Anne-Marie
- Conde, Bandjou
- Congo, Abdou Djabar
- Conley, Amanda
- Cooper, Jonathan
- Corbeil, Louis-Philippe
- Cordon, Alice
- Cormier, Miguel
- Corriveau, Francis
- Costenaro, Jordan
- Côté, Bastien
- Côté, Charles
- Côté, Louis
- Côté, Michelle
- Coulombe, Ève
- Coulombe, Nicolas
- Coupal, Xavier
- Couture, Guillaume
- Couture, Laurent
- Crocker, Brianna
- Cronier, Alexandre
- Cuerrier, Ahtami
- Cuerrier, Paul
- Cuillierier, Adam
- Cuthbertson, Keith Thomas
- Da Conceição Cruz, Fabio
- Dacier, Guillaume
- Dadouchi, Camélia
- Dallaire, Gabrielle
- D'almeida, Koffi Jean-Eudes
- Danakas, Philippe
- Danielyan, Davit
- Danouj, Oussama
- Darveau, Frédéric
- Davalillo, Jean
- David, Alexandre
- Davilus, Gaby
- Deblay, Maxime
- Debourdeaux, Emmanuelle
- Décarie-Charbonneau, Michaël
- Delage, Kevin
- Delgado Castro, Omar
- Delisle, Hubert
- Delorme, Jeremy
- Delorme, Maxime
- Dely, Doua Noel
- Désalliers, Étienne
- Desbiens, Alexandre
- Desbiens, Vincent
- Descoteaux, Joël
- Desgagné-Laflamme, Xavier
- Désilets, Anthony
- Desjardins, Gabriel
- Desrochers, Pier-Luc
- Desrochers, Quinn
- Devambe, Bertrand
- Diaby, Fatim
- Dias Da Silva, Eric
- Dieye, Oumar Ly
- Dikmen, Ali
- Dion, Jacob
- Dionne, Louis-Philippe
- Diouane, Youssef
- Djoukap Tchangan, José
- Dofara Ndomete, Jean Joseph
- Dolbec, Maïté
- Dominguez, Louis-Philippe
- Dossou, Éric Augustin Hounka
- Dostie Bernier, Vincent
- Drouin, Vincent
- Dubé, Billy-Joe
- Dubuc, Cédric
- Duchesne, Cédric
- Duchesne Dubé, Marc-André
- Duclos, Christophe
- Dufault, Miguel
- Dufossé, Guilhem
- Dufour, Anthony
- Dufour, Maxime
- Dufour, Tomy
- Dufresne-Goulet, Alexis
- Dulac, Julien
- Dumont, Jantz-Timothée
- Dumont, Marc-André
- Dupont, James
- Duverger, Marianne
- El Ahmad, Nagham
- El Alaoui, Soundouss
- El Asrany, Othmane
- El Baamrani, Ismail
- El Hage, Joe
- El Hani, Rachid
- El Hoayek, Elliott
- El Ogri, Soufiane
- El Outayek, Sarah
- El Rharbaoui, Ghassan
- Elbaz, Joshua Benjamin
- Elrassi, Dorota
- Ermacora, Raphaël
- Falar, Radek
- Falcicchio, Mark
- Falcon, William
- Falki, Younes
- Fall, Moussa
- Farley, Benjamin
- Fatemi, Seyed Mohammad
- Fattoumi, Sarra
- Fazal, Saad
- Fecteau, Christophe
- Fèvre, Juliette
- Ficara, Sabrina
- Fillion, Alexandre
- Fiorino, Gabriella
- Fiset, Frédéric
- Florencio Morillo, Andrea Esmilda
- Fneiche, Mohamad
- Fodouop Yuovop, Hugues Bertrand
- Foisy, Mohan
- Fokam Mba, Mathurin
- Fomenyakam, Danielleelvire*
- Fontaine, Julien
- Forbes, Nicolas
- Forget, Guillaume
- Forostowsky, Jean
- Fortier, Tommy
- Fortin, Maxime
- Fournier, Alexandre
- Frappier, Alexis
- Gacanovic, Damir
- Gagné, Antoine
- Gagné, Marie-Pier
- Gagné, Ulrick
- Gagné Brulotte, Xavier
- Gagnon, Frédéric
- Gagnon, Jasmine
- Gagnon, Jérôme
- Gagnon, Pierre
- Gallois, Thibaut
- Gangalaramsamy, Yogeshwara Rao
- Gareau, Marianne
- Garipey, David
- Gaudreau, Antoine
- Gaumond, David
- Gauthier, Anthony
- Gauthier, Michel
- Gauvin, Christian
- Gauvin, Corinne
- Gauvin, Sabrina
- Gauvin-Gingras, Nicolas
- Gélinas, Pierre-Olivier
- Gendron, Alexandre
- Germain, David
- Germain, Thomas
- Ghahremani, Kevin
- Ghanmi, Oussema
- Ghazali, Mohammed
- Ghomari, Lakhdar Youcef
- Gibeault, Nicolas
- Gigon, Felix
- Giguère, Étienne
- Giguère, Raphaël
- Gill, Lindsey
- Gingras, Félix
- Gingras, Simon
- Giordano Vergara, Vicente Bruno
- Girard, Mélanie
- Girard, Nicolas
- Girard, Patrick
- Girard, Simon
- Girard, Tommy
- Giroux, Samuel
- Giroux, Valérie
- Gosselin, Pierre-Alexandre
- Gouin-Proulx, Étienne

- Goupil, Jean-Philippe
- Gourgues, William
- Gouri, Mourad
- Goyer Lafrance, Nicolas
- Grenon, Simon
- Grenon-Tremblay, Dérík
- Grofti, Zaynab
- Guay, Frédéric
- Guérette, Charles-David
- Guérin, Émile
- Gueye, Alioune-Badara
- Guilbault, Catherine
- Guillemette, Simon
- Guillotte, Vincent
- Habib, Richard
- Hachem, Nassim
- Hadlabdaoui, Yassine
- Hadlock, Patrick
- Hakimi, Hamza
- Hamel, Sophie
- Hamelin, William
- Hamel-Pageau, William
- Hamilton, William
- Hammoudi, Fakhreddine
- Hanafi, Anouar
- Hanenian, Garen
- Hannachi, Chadi
- Harvey, Catherine
- Harvey, Mathieu
- Harvey, Simon Pierre
- Hassoun, Mohamad Kheir
- Havakhor, Danial
- Hawkins, Audrey-Anne
- He, Liang
- Hébert, Vincent
- Heidarzadeh, Shahrriyar
- Helli, Lynda
- Henniqaux, Clémentine
- Hernandez, Alfredo
- Héroux, Samuel
- Hidalgo-Aliaga, Diego
- Hije, Ridouan
- Hinchberger, Sean
- Ho, Kai Sing
- Hoang, Thomas
- Ho-Luong, William
- Hornstein, Mathieu
- Houde, Robert
- Houssin-Monello, Emmanuel
- Hu, Shili
- Huard, David
- Hubert, Thierry
- Hubert, Simon
- Hudaverdi, Anthony
- Hudon, Gabriel
- Huneault, Vincent
- Hynes, Liam
- Illoul, Hakim
- Ipus Gaviria, Carlos Augusto
- Isabel, Caroline
- Issad, Rabah
- Jacob Crête, Geneviève
- Jacques, Marc-Antoine
- Jacques-Fortin, Alexis
- Jagoo, Satiendra
- Jalili, Farhad
- Jeon, Joseph
- Jolly-Andreu, Simon
- Jonjua, Baljeet
- Journeault, Anthony
- Juge, Gwenaëlle
- Julien, Olivier
- Kafidi, Anis
- Kagabo, Christian
- Kamal, Samuel
- Kameni Moukam, Audrey Durant
- Kandouli, Mohamed
- Kanou, Elie-Brian
- Kassi, Adam
- Kaszas, Csilla
- Kavutse, Marie-Pierre
- Kedonkouo Fiemou, Zéphirin Parfait
- Keet, Francis
- Kengunya, Mbo
- Kerkour, Arezki
- Khadir, Samir
- Khalfallah, Hatem
- Khelifa, Aymen
- Khodayari, Akram
- Khoshnoudian, Faramarz
- Khuon, Dina
- Kim, Stéphanie
- Koffi, Offouet Guy-Omer Ulr
- Konaté, Bognan Massita
- Kosi, Camille
- Kouadio, Bakary Darius
- Kouassi, Olivier
- Koulmi, Ikram
- Kozar, Kevin
- Kuisu Kamwa, Hervé Guérin
- Kumar, Vikas
- Kurktchiev, Daniel
- Laaroui, Hassan
- Labarre, Mathieu
- Labattaglia, Vincent
- Labbé, Alexis
- Labbé, Julien
- Labelle, Philippe
- Labranche, Mathieu
- Labrecque, Charles-Olivier
- Labrie, Julien
- Lachance, Julien
- Lachance, Simon
- Lacombe, Cédric
- Lafleur, Elisabeth
- Lafleur, Eve-Anne
- Lafond-Bourque, François
- LaFrance, Étienne
- Lafrenière, Isabelle
- Lagrange, William
- Lajoie, Thomas
- Lallam, Walid
- Lalonde, Samuel
- Lam, Amadou
- Lamah, Joey
- Lamarche, Philippe Alex
- Lamghani, Hamza
- Lamoureux, Simon
- Lampron, William
- Landry, Céderick
- Landry, Francis
- Landry Chabot, Pierre Olivier
- Langelier, Vincent
- Langlois, Vincent
- Lanoix, Jasmin
- Lapointe, Magali
- Lapointe, Yannick
- Laporte, Dominic
- Laporte-Amyotte, Joshua
- Laroche, Jasmine
- Laroche, Maxime
- Larouche, Francis
- Laurence, Jérémie
- Laurin, Simon
- Lauzière, Kevin
- Lauzon-Chauret, Cédric
- Lavigneur, Bruno
- Le Bourhis, François
- Le Bouthillier, Marie-Eve
- Le Guerrier, Antoine
- Le Pironnec, Etienne
- Lebeau, Gabrielle
- Lebel, Marc-Antoine
- Leblond, Guillaume
- Leboeuf, Luca
- Lebreux-Gagnon, Alexie
- Leclair, Jonathan
- Leclerc, Matthieu
- Leclerc, Simon
- Lee, Monica
- Lefebvre, Philippe
- Lefebvre, Tristan
- Lefebvre Claude, Mathieu
- Légaré, Patrick
- Legaré-Pepin, Xavier
- Legault, Louis-Pierre
- Léger, Étienne
- Lehad, Mohamed
- Lelièvre, Jean-Sébastien
- Lemelin, Antoine
- Lemire, Jonathan
- Lemire, Pier-Luc
- Leroux, Fannie
- Leroux, Gabriel
- Leroux-Lapierre, Maxence
- Lessard, Félix
- Lessard, Marie-Lee
- Lessard-Curadeau, Marc-Antoine
- Lessard-Lefebvre, Thierry
- Létourneau-Gagnon, Mathieu
- Leuangthong, Oy
- Levitchi, Veronica
- L'heureux, Alexandre
- Lima, Bruno
- Liu, Zhejun
- Lobato-Cyr, Lawrence
- Longpré, Raphaël
- Lorrain, Francis
- Loukou, Kouadio Moise
- Lussier, Jordan
- Lynch, Dereck
- Lyons, Bruce
- Maaouane, Mohamed
- Mackenzie, David*
- Mai, Nicholas
- Mailhot, Jeanne
- Mailhot, Sébastien
- Major, Alexandre
- Majstorovic, Svetozar
- Malatesta, Jonathan
- Mallette, Virginie
- Maltais, Vincent
- Manzoor, Afzal
- Maradey Calles, Maria Belen
- Marcat, Audrey
- Marceau, Philippe
- Marchand, Cédric
- Marcil, Antoine
- Marcoux-Valiquette, Paule
- Marleau, Francis
- Marquez Hernandez, Pedro Jesus
- Martin, Claude
- Martin, Clément
- Martinez, Leonardo
- Mary-Pouliot, William
- Marzougui, Mohamed Ridha
- Massé, Benjamin
- Massé, Emmanuel
- Massen, Scott
- Massicotte, Béatrice
- Massicotte, Christof
- Masson, Alexandre
- Mathieu, Victor
- May, Evan
- Mc Donald, Marc-André
- Mccaffrey-Godin, Eric

- Melançon, Frédéric
- Melançon, Olivier
- Melanson, Jonathan
- Melén, Johanfredrik*
- Mendy, Filou
- Mercère, Samuel
- Mercier, Samuel
- Mercier, Simon
- Mercier, Valérie
- Mergl, Audrey
- Merzouk, Karim
- Messaoudene, Koceila
- Meziane, Aghiles
- Michelon, Adrien
- Miglior, Jérôme
- Mihai, Andreea
- Mihaylov, Yordan
- Mileto, Tanya
- Milot, Florence
- Mioche, Florian
- Moarbes, Amanda
- Mogoane, Khomotso Joseph
- Moineau, Jean-Georges
- Mojab, El Mehdi
- Mokam Simo, Larissa Gladys
- Mokrane, Yacine
- Monet, Frédéric
- Moradi Shaghghi, Mahsa
- Moreau, Jade
- Moreau, Mark-Olivier
- Moreno Hollman, Leonel Andres
- Morin, Marie-Emanuelle
- Morin, Nicolas
- Mosnay-Goguet De Boishéraud, Antoine
- Mouapi, Alex
- Mouffak, Esmaa
- Mpolesha, Didier Kazadi
- Mudikerrudresh, Sanjay*
- Murchison, Kelley
- Murphy-Gauthier, Jacob
- Myrtil, Renaldo
- Nachrahi, Hicham
- Nadeau, Caroline
- Nadeau, Patrick
- Nadij, Mohamed
- Nasr, Ahmed Mohamed
- Nassour, Jean-Claud
- Nault, Francis
- Nazair, Antoine
- Ndir, Ndèye Isseu
- Nehab, Noura
- Ngenzebuhoro, Gael
- Nguyen, Ly Thao Kimy
- Nguyen, The Nguyen
- Niasse, Aminata Amary
- Nixon, Nathan
- Niyongabo, Nick Oryl
- Nobert-Lavoie, Billy
- Noël, Mathieu
- Nujaim, Mutaz Abdullah
- Ocampo Delgado, Daniel Felipe
- Olivier, St-Arneault
- Olivier-Lapierre, Jordan
- O'meara, John
- Ouaret, Samir
- Ouarets, Houcem Eddine
- Ouellet, Jean-Philippe
- Ouellet, Joseph
- Ouellet, Julien
- Ouhichi, Dhiaeddine
- Ouimet, Vincent
- Ourimchi, Nadjib
- Oussalah, Mostafa
- Ovelar Bogado, Luis Fernando
- Paquet, Alexandre
- Paquin, Elliot
- Parent, Charles-Antoine
- Parent, Loïc
- Parent, Alexandre
- Parent-Lachance, Charles
- Parmar, Dipak
- Pasquis, Paméla
- Paul, Samuel
- Pedroni De Oliveira, Guilherme
- Pellegrino, Giovanni
- Pelletier, Jeremie
- Pelletier, Jérémie
- Pelletier, Louis-Philippe
- Pelletier, Thierry
- Peña Y Lillo Araya, Mauricio*
- Pepin, Louis-Simon
- Pépin, Guillaume
- Perez, Richard
- Perez Valdez, Wenseslao
- Perié, Alice
- Perosa, Alexane
- Perreault, Alexi
- Perreault, Enrick
- Perron, David-Etienne
- Perron, Christophe
- Perron, Gabriel
- Perron-Lacroix, Maxance
- Peyla, Guillaume
- Piché, Jean-François
- Pilon, Justin
- Pineault, Mathieu
- Pirnia, Seyed Pouyan
- Plante, Laurianne
- Poirier, Francis
- Poirier, Marilyn
- Poirier, Samuel
- Polchtchikov, Valerie
- Polo Marulanda, Nestor Raul
- Popowich, Shaan
- Poraj-Kozminski, Agatha
- Potvin, Steeven
- Poulin, Philippe
- Poulin, Philippe-Olivier
- Presty, Antoine
- Price, Simon
- Proteau, Jacob
- Qin, Jian
- Rabiou Ousman, Aboubacar
- Raibagkar, Anay
- Ramdini, Jiven
- Ramirez, Ivonne
- Rancourt, Félix
- Randrantoarivelo, Brice
- Rashad Ali, Karim
- Ravalisaona, Andriamahazo Sarely
- Raymond, Émanuelle
- Renaud, Joël
- Renaud, Sylvain
- Rerhrhayé, Nada
- Rheault, Louis-Félix
- Richard, Anthony
- Richard-Nobert, Catherine
- Richard-Poissant, Jacob
- Richer, Blanche
- Riopel, Samuel
- Riveraaguado, Mariaveronica*
- Riverin, Simon
- Roberge, Louis
- Robichaud, Éolia
- Robitaille, Pierre
- Roby, Jessica
- Rodier, Mathieu
- Rodier, Maxime
- Rodrigue, Nicolas
- Rodriguez Sanchez, Ernesto
- Rogeaux, Alexandre
- Romeus, Andy
- Roques, Coralie
- Rouleau, Gabriel
- Rousseau, Edward
- Rousseau, Laurence
- Rousseau, Pascal
- Routhier, Etienne
- Roy, Pierre-Antoine
- Royer, Mathilde
- Roy-Gingras, Nicolas
- Saba, Gérard
- Saba, Ziad
- Sabourin, Étienne
- Sacko, Halimatou
- Sadeghi, Maryam
- Safaa, Salwa
- Safklou, M Wail
- Saint-Louis, Gaelle
- Salois-Long, Francis
- Salvas, Joanny
- Santerre, Maxime
- Santoianni, Anthony
- Sarria, Sacha
- Sauvé, Philippe
- Savard, Adam
- Sawadogo, Loic
- Sawyer, Anthony
- Sawyer, Dominique
- Seecharan, Brandon
- Selmani, Yanis
- Sequeira, Sonia
- Servant, Clémence
- Shafighy, Mehran
- Shahraki, Shahrooz
- Shaikh, Zunedbhai Iqbalbhai
- Shalabi, Omar
- Shalaby, Dena
- Shepard, Valerie
- Shoener-Cormier, Gabriel
- Simard-Auger, Nicolas
- Sin, Rasy
- Sirois, Félix
- Sirois-Cournoyer, Pierre-Yves
- Sissoko, Chek
- Slimane, Abdelghaffar
- Some, Sontierou Gildas
- Sotthachith, Malyvone
- Soulat, Marie
- Spasojevic, Aleksandar
- Spiegelman, James
- Spînu, Marioara
- Spooner-Couillard, Loïck
- St-Gelais, Symon
- St-Laurent, Félix
- St-Michel, Maxime
- St-Pierre, Jonathan
- St-Pierre, Raphael
- St-Pierre, Stéphanie
- St-Sauveur, Vincent
- Sudera, Vinay
- Sulin, Illya
- Surette, Scott
- Sylvain-Cameron, Alexandre
- Tabatabaei, Seyed Mohammadsadegh
- Taie, Basma Mohamed Ismail
- Tam, Franky
- Tammar, Khadija
- Tamo, Isidore Bonaventure

- Tan, Lily
- Tanguay, Jean-Philippe
- Tankeu Yemga, Steve Brice
- Tarling, Marc
- Taylor, Eric Wade
- Tayouo, Erick Ervée
- Tchaiwou Fanguem, Amandine Flora
- Tchinda Fosso, Alex Magloire
- Tchopkreo, Ndikwa
- Tchoukou Ponka, Moustapha
- Teasdale, James T.
- Temple Rivera, Jorge Alberto
- Teng, Yue
- Terimberé,
- Toussaint-Prosper
- Tessier, Steven
- Teumena, Jimmy Marley
- Therriault, François
- Thibaudeau, Alexandra
- Thibault, Dominik
- Thibault, Pierre
- Thiffault, Laurence
- Thompson, Bailey Ann
- Tissot, Clément
- Tolooui, Navid
- Top, Amadou
- Topa, Olga
- Trac, Andrea
- Tremblay, Alexandra
- Tremblay, Félix-Antoine
- Tremblay, Jérémy
- Tremblay, Marie-Pierre
- Tremblay, Mathieu
- Trépanier, Vincent
- Trigui, Omar
- Triki, Khaled
- Trottier, Pierre-Olivier
- Truchon, Félix
- Truchon, Joséane
- Trudeau, Évelyne
- Tsakopoulos, Paul*
- Tshitundu, Muepela Jean Serge
- Turcotte, Adam
- Turcotte, Marc-André
- Turcotte, Simon
- Ugan, Hamza
- Vaillancourt, Alex
- Vaillancourt, Charles
- Valbuena Herrera, Mariela
- Valencia, Camilo Andrés
- Vallières, Ariane
- Vandal, Magali
- Vanyukhin, Kirill
- Veilleux, Antoine
- Veilleux, Stephanie
- Vermette, Benoît
- Vermette, Jérôme
- Verneuil, Valentin
- Verreault, William
- Vézina, Diane
- Vigneau-Forest, Gabriel
- Voghell, Anthony
- Vrignaud, Louis
- Vu, Viet Anh
- Waggoner, Mark
- Walsh, Hugo
- Wambo Wandji, René Gabriel
- Ward, Kate
- Way, Alexander
- Williams, Christopher
- Woamede, Eteh Elom Andre Serge
- Wu, Jean-Yves, Yunjie
- Yang, Zhenfeng
- Yeats, Dorothy
- Yeo, Omanguignan Davi-Pau
- Yinon, Daryn
- Youyou, Nassim
- Zahra, Hamdi
- Zammali, Mohamed Khalil
- Zantout, Sarah
- Zappitelli, Katya
- Zarifoglu, Joseph
- Zhang, Wanhong
- Zhang, Xuefeng
- Zhang, Yunke
- Zhen, Fang
- Zheng, Jason
- Ziar, Islam
- Zimmer, Noel
- Zoubaa, Yousra
- Zoug, Hamza

* *Détentrice ou détenteur d'un permis temporaire pour un projet particulier. Pour plus de détail contactez l'Ordre.*

**ÉVEILLEZ LES JEUNES
À UNE PROFESSION
INSPIRANTE**

**DEVENEZ
AMBASSADRICE
AUPRÈS
DE LA RELÈVE**

bit.ly/ing_ambassadeur

ing Ordre
des ingénieurs
du Québec



Olga Mazur
ingénieure

INGEMPLOIS.CA

TROUVEZ
VOTRE PROCHAIN
EMPLOI ICI



ing. Ordre
des ingénieurs
du Québec





IMPRIMER SA MAISON
UN RÊVE BIEN RÉEL



Le tout premier bâtiment en béton imprimé en 3D à usage mixte et à plusieurs étages d'Amérique du Nord a été construit en Ontario, en 2022, par nidus3D.

L'industrie de la construction vivra une révolution avec l'arrivée des imprimantes 3D sur les chantiers et en usine, transformant ainsi complètement la façon de bâtir nos maisons et nos édifices. Incursion dans ce nouvel univers avec un projet québécois novateur.

Photo : nidus3D

● Un bras robotisé se pose exactement là où le premier mur de la maison doit être bâti. La pompe entre en fonction et la buse de l'imprimante dirige les matériaux à l'endroit fixé. Lentement, les couches de béton se déposent l'une sur l'autre comme autant de couches géantes de spaghettis. Peu à peu, l'enveloppe de béton prend forme, avec précision, jusqu'à correspondre à la figure illustrée sur le plan. En moins de 24 heures, l'enveloppe de la maison surgit ainsi de terre.

Anatomie d'une fuite : l'histoire de David Laliberté, ing.

En 2018, David Laliberté, enseignant au Département de technologie de maintenance industrielle au cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, fait rénover l'enveloppe de sa maison, tout juste acquise. Catastrophe : à la suite d'un gros orage, l'eau entre chez lui. Au fil des réparations, il commence à s'intéresser à la façon dont on construit des murs au Québec. « J'ai alors pris conscience que les procédés de construction comprenaient beaucoup d'étapes et de matériaux différents, dit cet ingénieur en génie mécanique, formé conjointement à l'Université de Sherbrooke et en France, et titulaire d'un MBA. Sans compter que leur mise en place reposait grandement sur la minutie des personnes. » L'ingénieur, qui a dirigé de 2013 à 2018 l'usine de Technosub, une entreprise qui fabrique et conçoit des systèmes de pompage, décide de s'attaquer au dossier. À l'époque, en utilisant la méthode Lean, il avait mis en œuvre des mesures pour simplifier les procédés de travail afin d'améliorer la qualité et d'augmenter la cadence de production. Par la suite, David Laliberté est attiré par une carrière au cégep, parce qu'il souhaite partager ses acquis. Fort de cette expérience industrielle, il plonge dans le dossier de



« J'ai pris conscience que les procédés de construction comprenaient beaucoup d'étapes et de matériaux différents. Sans compter que leur mise en place reposait grandement sur la minutie des personnes. »

la construction automatisée des murs, en se renseignant sur le mode d'impression 3D, une procédure moins sujette aux erreurs. Il prend d'abord contact avec COBOD — une entreprise danoise —, qui le met en relation avec nidus3D, un constructeur ontarien qui utilise son procédé. Cela l'amène ensuite à s'entourer des expertes et experts les meilleurs du réseau collégial et universitaire, en mettant sur pied RI³D-FRQNT.

Cette scène ne relève pas de la science-fiction. Elle se répète de plus en plus souvent dans le monde. Bientôt, elle deviendra réalité ici, au Québec, grâce à l'initiative de David Laliberté. (Voir l'encadré.) Cet ingénieur en génie mécanique s'intéresse depuis plusieurs années à ce processus de construction complètement nouveau, sans coffrages. Une telle méthode pourrait contribuer à résoudre la crise du logement en accélérant la réalisation de nouvelles habitations, qui seraient de surcroît construites avec moins de personnel, ce qui jouerait sur les coûts.

« Pour l'instant, cela reste des hypothèses de travail à vérifier », tempère David Laliberté, professeur en maintenance industrielle au cégep de l'Abitibi-Témiscamingue. Il a voulu en avoir le cœur net en lançant le Regroupement innovant pour l'impression d'immeubles durables (RI³D-FRQNT). Ce groupe, formé de chercheuses et de chercheurs de l'École de technologie supérieure et de l'Université de Sherbrooke, a aussi comme partenaires cinq cégeps, six centres collégiaux de transfert de technologie et deux partenaires du milieu. Il se donne une mission : explorer ce domaine en pleine gestation.

Dotée d'une subvention de 900 000 dollars pour trois ans du Fonds de recherche du Québec — Nature et technologies du ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie, l'alliance regroupe des spécialistes du béton, de la construction Lean, de la modélisation des données du bâtiment (BIM), de l'impression 3D, ainsi que des personnes du secteur de l'architecture et du génie civil. Un de ses buts : concevoir une méthodologie d'impression, de transport et d'assemblage d'un bâtiment modulaire.

Des modules construits en usine

Jusqu'à présent, les maisons ou bâtiments imprimés utilisent généralement une imprimante 3D directement sur le chantier. Or, ce procédé limite son utilisation au Québec en raison des températures hivernales, puisque le béton risque de geler une partie de l'année quand il sort de sa pompe. C'est pourquoi David Laliberté préconise une construction modulaire en usine, avant de transporter les murs sur place.

« L'impression 3D utilisée dans un contexte de préfabrication pourrait présenter de nombreux avantages, note l'ingénieur. Comme il s'agit d'un mode de fabrication hautement

automatisé, on gagne beaucoup de temps, ce qui permet de produire plus de logements par travailleuse et travailleur. C'est un avantage indéniable en ces temps de pénurie de personnel. D'autre part, ce mode de construction optimise la structure et peut produire des murs aux formes arrondies sans limitation. »

Oser des maisons différentes

Les membres du RI³D-FRQNT se réjouissent de cette nouvelle liberté de création. C'est particulièrement le cas de l'architecte Louis-Étienne Rose, enseignant en technologie de l'architecture au cégep André-Laurendeau, qui rêve de formes ovales et d'arêtes de murs plus souples que les angles droits habituels. Il songe aussi à une valorisation de la finition du béton brut et apparent en façade pour mettre en valeur la stratification des différentes couches imprimées. Le fait de travailler en usine assure un meilleur contrôle, par exemple pour l'installation des fenêtres.

Cependant, ce mode de construction amène aussi son lot de difficultés techniques, en particulier concernant la capacité hygrothermique des murs. « Il faudra évaluer comment réagit l'isolant qu'on choisira pour remplir la cavité, remarque l'architecte. Si ce n'est pas de l'uréthane giclé, des tests seront nécessaires pour s'assurer du contrôle des transferts d'humidité au travers de l'enveloppe en apposant peut-être une membrane liquide à l'intérieur du coffrage. »

Avec l'Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec (APCHQ), Louis-Étienne Rose se penche aussi sur les contraintes liées au *Code du bâtiment*. Il faut réfléchir à des mesures d'équivalence pour veiller à ce que cette enveloppe imprimée atteigne les mêmes objectifs qu'une construction de béton mis en place. Le fait de travailler à la construction d'un bâtiment réel amène également à se questionner sur les corps de métiers sollicités dans cette nouvelle façon de construire. Des discussions ont été amorcées à ce sujet.



« Il faudra évaluer comment réagit l'isolant qu'on choisira pour remplir la cavité. Si ce n'est pas de l'uréthane giclé, des tests seront nécessaires pour s'assurer du contrôle des transferts d'humidité au travers de l'enveloppe en apposant peut-être une membrane liquide à l'intérieur du coffrage. »

LOUIS-ÉTIENNE ROSE,

ARCHITECTE ET ENSEIGNANT EN TECHNOLOGIE DE L'ARCHITECTURE AU CÉGEP ANDRÉ-LAURENDEAU

Une première maison québécoise à imprimer

Les scientifiques du RI³D-FRQNT disposent d'un projet à grande échelle pour explorer l'impression 3D sur toutes ses facettes. Cette équipe de pointe construit actuellement un jumelé d'environ 1200 pieds carrés de surface au sol. Il comprendra un sous-sol, un rez-de-chaussée et un étage pour deux familles, recrutées par l'organisme Habitat pour l'humanité Québec (voir l'encadré). Il s'agirait d'une première du genre au Québec, et elle devrait voir le jour à l'automne 2025.

« C'est un projet de recherche-action intégrateur, souligne David Laliberté. Actuellement, les renseignements sur ce processus de fabrication viennent essentiellement des entreprises qui produisent les imprimantes. » Les informations ainsi rassemblées vont donc permettre aux 20 000 membres de l'APCHQ de disposer d'une base de données solide avant de se lancer dans l'impression 3D.

Marco Lasalle, le directeur technique de l'APCHQ, constate un grand intérêt pour ce mode de construction de la part des gestionnaires



« La construction pour Habitat pour l'humanité Québec va nous permettre de tester les limites du Code du bâtiment par objectifs, puisqu'il s'agit d'un nouveau modèle de réalisation. »

MARCO LASALLE, DIRECTEUR TECHNIQUE DE L'APCHQ



Premier en Amérique du Nord, ce bâtiment en impression 3D en béton de deux étages de 2300 pieds carrés comprend un atelier au rez-de-chaussée et une résidence à l'étage. L'extérieur a nécessité 80 heures d'impression.

d'entreprises qui donnent des contrats en sous-traitance. « Pour l'instant, il n'est pas question d'imprimer tous les bâtiments en 3D, mais d'offrir une option supplémentaire, explique-t-il. La construction pour Habitat pour l'humanité Québec va nous permettre de tester les limites du Code du bâtiment par objectifs, puisqu'il s'agit d'un nouveau modèle de réalisation. »

Quel béton utiliser ?

Marco Lasalle signale aussi que plusieurs propriétaires d'entreprises de construction se posent des questions sur le type de béton à utiliser dans une imprimante. Il faut en effet un mélange assez humide et maniable pour traverser la buse, mais qui ne s'affaisse pas, puisque aucun coffrage ne le soutient. De telles questions passionnent le professeur de génie civil Ammar Yahia, titulaire de la Chaire de recherche industrielle du CRSNG sur le développement des bétons fluides à rhéologie adaptée et leur utilisation dans les infrastructures en béton, à l'Université de Sherbrooke.

Avec son équipe, le directeur scientifique du RI³D-FRQNT s'intéresse à la façon dont il faut revoir la composition des bétons imprimables pour réduire leur empreinte carbone, une dimension non négligeable puisque chaque tonne de ciment, ingrédient essentiel à la production du béton, produit 0,8 tonne de CO². Ce bilan carbone constitue d'ailleurs un aspect critiqué du mode de construction en impression 3D qui n'utilise pas de bois, un matériau considéré comme plus durable.

Construire plus vert

« Nous essayons de réduire l'utilisation de ciment, dommageable pour l'environnement,



« Nous essayons de réduire l'utilisation de ciment, dommageable pour l'environnement, en remplaçant cette poudre par d'autres ingrédients, comme des cendres volantes, des argiles calcinées, du verre broyé, ou d'autres adjuvants tels que les agents de viscosité. »

AMMAR YAHIA, ING.

PROFESSEUR DE GÉNIE CIVIL, TITULAIRE DE LA CHAIRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE DU CRSNG

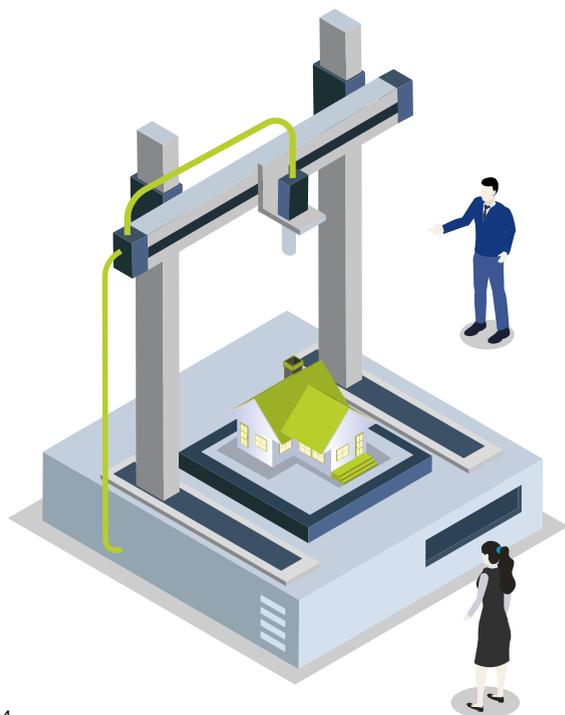
en remplaçant cette poudre par d'autres ingrédients, comme des cendres volantes, des argiles calcinées, du verre broyé, ou d'autres adjuvants tels que les agents de viscosité », indique Ammar Yahia. Son équipe vient d'ailleurs de déposer une demande de brevet pour un produit qui emploie des algues rouges comme adjuvant. Cet ingrédient baisse l'empreinte environnementale du béton, tout en améliorant sa consistance.

Au fil des recherches, les différentes recettes mises au point ont permis à ces spécialistes de diminuer de 60 % le taux de CO² du béton imprimable. Un gain non négligeable, mais moins intéressant cependant que le développement d'un autre mélange dans le laboratoire de l'Université de Sherbrooke. Il s'agit

Impression 3D dans le cadre des activités de la Chaire industrielle du CRSNG sur les bétons fluides à rhéologie adaptée du Pr Yahia de la faculté de génie de l'Université de Sherbrooke.



Habitat pour l'humanité Québec et sa première maison imprimée



La crise du logement actuelle touche en premier lieu les familles à faible et à modeste revenu, qui ont de plus en plus de difficultés à se loger à un prix décent. Voilà pourquoi des organismes comme Habitat pour l'humanité Québec voient dans les édifices imprimés une façon de donner accès à la propriété à ces ménages. « Grâce à ce mode de construction très rapide, les coûts devraient baisser, souligne la directrice Shirlane Day. En plus, esthétiquement, les maisons sont jolies. »

Si le projet de RI³D-FRQNT se réalise comme prévu l'an prochain, il s'ajoutera à un édifice de quatre logements déjà bâti en partie avec une imprimante 3D à Leamington, en Ontario, en collaboration avec Habitat for Humanity Windsor-Essex. L'université de cette ville a également apporté sa contribution à ce projet, construit pour des personnes seules et des couples.

Le principe d'Habitat pour l'humanité repose sur la solidarité et le bénévolat. Les familles bénéficiaires contractent une hypothèque sans intérêt de 70 % du coût du logement auprès de cet organisme, puis une autre auprès d'une institution financière. Les remboursements n'excèdent pas 30 % du revenu des propriétaires, qui s'impliquent aussi bénévolement dans la construction ou dans les magasins d'économie circulaire d'Habitat.

Les appartements de cinq pièces et demie qui seront sans doute construits à l'automne 2025 devraient faire le bonheur de deux familles choisies par Habitat pour l'humanité Québec. Heureuse de sa collaboration avec RI³D-FRQNT, la directrice de l'organisme se réjouit de pouvoir donner accès à des logements abordables et durables à la communauté québécoise.

74

L'équipe multidisciplinaire du RI³D-FRQNT



De gauche à droite : **Ammar Yahia, ing., Ph. D.**, Université de Sherbrooke. **Ivanka Iordanova, Ph. D.**, ETS. **Dahai Qi, ing., Ph. D.**, Université de Sherbrooke. **Othmane Dayi**, Innovlog. **Elisabeth Laroche, ing.**, INÉDI. **David Myja, Ph. D.**, Innofibre. **Anas Harraq, Ph. D.**, cégep Régional de Lanaudière. **David Laliberté, ing., MBA**, cégep de l'Abitibi-Témiscamingue. **Richard Lang, Ph. D.**, Optech. **Abdelmajid Rakib, P. Chem., Ph. D.**, CTRI. **Louis-Étienne Rose, arch.**, cégep André-Laurendeau. **Franz Segovia Abanto, Ph. D.**, Serex. **Danny Lévesque, B. ing.**, cégep régional de Lanaudière. **Claudiane Ouellet-Plamondon, ing. M. Sc. Ph. D.**, ETS. **Nicholas Joyal, B.D.I., T.P. en arch.**, cégep de Trois-Rivières. **Malo Charrier**, ETS. **Anna Li**, ETS. **Anne-Laure Ménard, Ph. D.**, inédit. **Shirlane Day**, Habitat pour l'humanité Québec. **Francis Montmigny, M. Sc. adm.**, APCHQ. **Marco Lasalle, T. P.**, APCHQ.

• Pour en savoir plus : ri3d-frqnt.ca/#notre-equipe

d'argile crue ou de poudre activée qui élimine l'utilisation de ciment.

En plus de réfléchir à l'impact environnemental du béton, Ammar Yahia s'attaque aussi à la question des différences de maturité entre les couches successives, déposées l'une après l'autre par la tête de l'imprimante pour constituer un mur. Ces différences peuvent créer des interfaces, et ainsi laisser passer la vapeur et l'humidité à terme. Là encore, le soin à apporter à la texture facilite une meilleure adhésion du mélange.

Imprimante recherchée

Si les spécialistes du RI³D-FRQNT réfléchissent cette année à la conception des murs, au plan de la maison construite pour Habitat pour l'humanité Québec, et à la façon d'assembler et de transporter cette construction modulaire hors norme sur le terrain, la question de l'imprimante à utiliser revient aussi souvent dans les discussions. « Ma vision, c'est d'acheter une imprimante grand format et de créer un laboratoire d'impression destiné à la construction où se feraient différents tests de formes et de matériaux », s'exclame David Laliberté, directeur principal du regroupement.

LA CRISE DU LOGEMENT EN CHIFFRES



1,2 MILLION

NOMBRE DE NOUVEAUX LOGEMENTS
REQUIS AU QUÉBEC D'ICI 2030
POUR COMBLER LES BESOINS.



1,3 %

TAUX D'INOCUPATION
DU MARCHÉ LOCATIF AU QUÉBEC,
LE PLUS FAIBLE EN 20 ANS.

Source : SCHL

Diplômée en génie mécanique, Elisabeth Laroche, chercheuse chez INÉDI, un centre collégial de transfert de technologie en design industriel du cégep de Lanaudière, à Terrebonne, pense justement avoir trouvé la perle rare. « C'est un équipement valant environ 730 000 dollars, fabriqué en France, qui dispose de bras robotisés et qui se déplace sur des chenilles, explique-t-elle. Cette imprimante a l'avantage de se replier dans un conteneur, ce qui permet de la transporter assez facilement. »

Disposer d'un tel outil d'impression à proximité du chantier permettrait sans doute de réduire le transport entre les modules et l'emplacement de la future maison, un atout indéniable pour la logistique d'assemblage. En attendant, l'équipe multidisciplinaire du RI³D-FRONT continue à travailler sur tous les aspects liés à ce nouveau mode de construction, notamment tentant d'améliorer les performances énergétiques de tels bâtiments. Qui sait, dans un avenir pas si lointain, la présence d'imprimantes sur les chantiers deviendra peut-être aussi courante que les bennes à béton actuelles. ■

Pascale Guéricolas, journaliste.

Trois exemples de maisons imprimées canadiennes et américaines

Colombie-Britannique

Des vacanciers adeptes d'expériences différentes séjournent régulièrement depuis trois ans dans la première maison imprimée construite au Canada, en Colombie-Britannique, en bénéficiant de ses murs courbes et enveloppants. Ce projet hors du commun porte le nom de Fibonacci. Pourquoi ? Parce que ce mathématicien est connu pour une séquence de nombres qui a inspiré la forme de cette enveloppe. D'autres maisons du même type pourraient naître bientôt à proximité, à l'initiative d'un organisme international qui lutte contre l'itinérance. Elles constitueraient les pétales d'une fleur géante.

Alberta

Un autre édifice de 16 logements imprimé par un bras robotisé de 4 pieds a vu le jour récemment en Alberta, à une centaine de kilomètres de Calgary. Cet édifice abrite des membres de la communauté autochtone de Siksika qui sont victimes de violence conjugale et qui sont en quête d'un toit. Selon les entrepreneurs, cette construction en béton constitue un rempart solide contre les très forts vents qui balaient cette région.

Texas

L'un des ensembles les plus spectaculaires de maisons construites selon ces nouveaux standards ne se trouve cependant pas au Canada, mais aux États-Unis. Il s'agit du quartier Wolf Ranch, à une cinquantaine de kilomètres d'Austin, au Texas. Différents modèles de bungalows aux courbes organiques coexistent dans cet ensemble résidentiel. Celui-ci pourrait compter une centaine d'habitations de trois ou quatre chambres d'ici quelques années. Non seulement les maisons sont imprimées en béton, un matériau qui présente une solide résistance aux ouragans fréquents dans ce coin de pays, mais elles disposent aussi de panneaux solaires pour favoriser l'autonomie énergétique.



Maisons imprimées à Austin, Texas, aux États-Unis.



LE CAMPUS Q01 DE QSCALE

UN BÂTIMENT FUTURISTE POUR LES ORDINATEURS DE DEMAIN

Un centre de traitement de données novateur se déploie peu à peu à Lévis et propulse la province dans l'avenir technologique de l'intelligence artificielle, une étape à la fois.



● On pourrait résumer la vision de QScale en un mot : innovation. « Les fondateurs de la compagnie et les membres de la direction sont des innovateurs », lance avec enthousiasme Marie-Claude Fradette, ing., directrice de construction pour l'entreprise lévisienne.

Représentation du campus Q01 de Qscale à Lévis.

Leur idée ? Concevoir un campus ultramoderne, l'un des cinq plus importants de la planète, pour accueillir des machines de calcul de haute performance (CHP). Ces superordinateurs occupent un rôle majeur dans le développement de l'intelligence artificielle, et la demande est forte pour les centres de traitement de données qui peuvent répondre à leurs besoins, car ces machines ont des contraintes bien particulières. « Les centres de traitement de données traditionnels sont déployés partout sur la planète, surtout aux États-Unis, explique André Lafrance, ing., directeur principal de la conception et de l'ingénierie chez QScale. Ils sont souvent dans des environnements où il fait chaud, ce qui demande beaucoup d'énergie pour les refroidir. »

Entre en jeu la première innovation du campus de QScale : le refroidissement à l'eau. « Il n'y a pas de limite à la densité de l'équipement parce qu'on amène l'eau directement au cabinet, indique l'ingénieur. Quel que soit le type d'équipement, on est capables de



Représentation de la zone d'expédition avec quai de chargement.



Cafétéria du bâtiment.



« On peut construire les autres modules sans nuire à ceux qui sont déjà présents. Une fois qu'ils sont mis en service, ils roulent 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 ; on n'y touche plus. »

MARIE-CLAUDE FRADETTE, ING., DIRECTRICE DE CONSTRUCTION CHEZ QSCALE

l'alimenter et de le refroidir. » Cette densité, qui peut atteindre plus de 300 kW par cabinet, permet bien sûr d'optimiser l'usage de l'espace. Mais elle est aussi cruciale pour la performance des appareils.

« La longueur des câbles vient jouer sur la latence, il faut donc que les GPU soient le plus près possible. »

Un bloc à la fois

Pour s'assurer de demeurer à la fine pointe de la technologie tout au long de la construction du projet, l'équipe de QScale a séparé son campus en blocs distincts. Le premier module, déjà en fonction, comporte quatre étages. Les équipements techniques (transformateurs, batteries, onduleurs) se trouvent au rez-de-chaussée. Les trois étages suivants sont occupés par des superordinateurs, et les planchers peuvent supporter 204 kg par mètre carré. Les appareils de refroidissement sont sur le toit.

Le design du deuxième module, en cours de réalisation, a été amélioré grâce aux apprentissages acquis lors de la mise en activité de son prédécesseur. « On s'est rendu compte qu'il y avait moyen d'être encore plus efficace, d'utiliser l'espace pour encore plus de capacité », se réjouit André Lafrance. « Comme on construit en modules, on peut facilement s'adapter », ajoute sa collègue, qui s'est jointe au projet au cours du démarrage de la deuxième phase de construction. Elle souligne l'important travail de réflexion qui précède le premier coup de pelle et donne tout son sens à l'expression « on mesure deux fois avant de couper ».

Cette conception en modules distincts permet aussi d'offrir l'espace aux clients le plus rapidement possible. « On peut construire les autres modules sans nuire à ceux qui sont déjà présents, précise Marie-Claude Fradette. Une fois qu'ils sont mis en service, ils roulent 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 ; on n'y touche plus. » Une fois terminé, le centre de traitement de données QScale comportera huit modules qui se répartiront dans deux bâtiments, chacun muni d'un système électromécanique séparé.

Un travail sain dans un bureau sain

L'expert des centres de données pointe avec fierté un autre avantage de cette conception en modules : le bureau, qui est entièrement séparé de l'espace sécurisé où sont stockés les ordinateurs. « On sait que nos clients veulent aussi avoir une équipe locale d'entretien. D'expérience, ce sont des endroits bruyants et chauds. On voulait offrir un bureau unique, convivial, chaleureux. »

Chez QScale, les aires de travail sont pensées pour le confort du personnel. La structure en bois apparent, la luminosité et même l'emplacement à l'extérieur de la zone sécurisée témoignent, selon



RECHERCHE D'EFFICACITÉ

• Conception par module

Les bâtiments sont divisés en modules, tous conçus séparément, ce qui permet de demeurer à la fine pointe de la technologie.

• Espace de bureaux indépendants

Les équipes des TI sont installées dans un bureau moderne et lumineux en bois apparent.

• Refroidissement à l'eau

Les machines sont refroidies plus efficacement et le bâtiment peut accueillir des équipements de haute performance tout en économisant de l'énergie.



« Chaque kilowatt qui n'est pas dépensé pour le refroidissement peut être utilisé pour faire du calcul. »

ANDRÉ LAFRANCE, ING., DIRECTEUR PRINCIPAL DE LA CONCEPTION ET DE L'INGÉNIERIE CHEZ QSCALE

Marie-Claude Fradette, de l'aspect innovateur de l'entreprise.

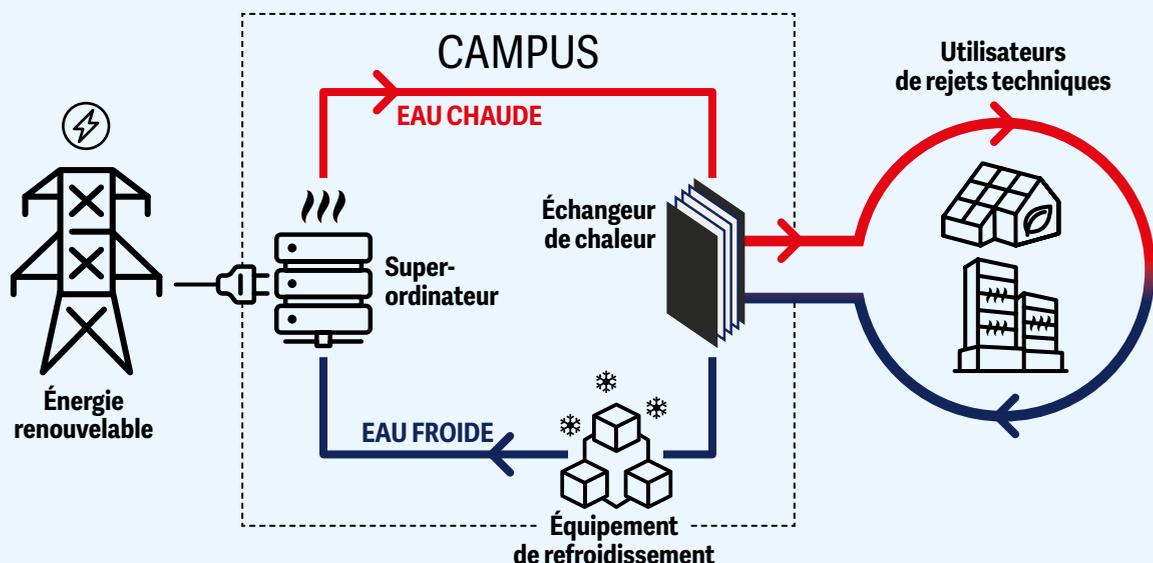
« Parfois, il n'y a pas de fenêtre dans les bureaux où travaillent les gens du milieu des technologies de l'information. Ce n'est pas très convivial. »
On est loin de l'ambiance bunker des centres de traitement de données classiques...

En plus d'offrir un lieu de travail chaleureux, l'idée de concevoir le bureau en bois apparent s'inscrivait dans la vision d'achat local et écologique des fondateurs de la compagnie, signale André LaFrance. Sans compter l'ajout de touches presque futuristes, comme des fenêtres électroniques, où les stores sont intégrés à la vitre — il suffit d'appuyer sur un bouton pour réduire la luminosité qui entre dans la pièce.

L'achat local ne se limite d'ailleurs pas au bois : « Les refroidisseurs sont faits à Montréal, beaucoup de nos armoires électriques et de nos transformateurs viennent du Québec, énumère la directrice de construction. Une fois que cette vision a été établie, on a fait des efforts pour l'atteindre. Ce n'est pas toujours facile, mais quand tu veux, tu peux. »

Comment le campus Q01 de QScale valorise les rejets thermiques

Des partenaires utilisent la chaleur produite par les superordinateurs hébergés dans le campus QScale. Cela permet une deuxième utilisation de l'électricité.





Refroidisseurs installés sur le toit.

81



Salle mécanique avec système de refroidissement par liquide.

PLAN



Premières phases de la construction du campus et sa sous-station électrique à Lévis

Vert électrique

L'environnement se trouve aussi au cœur des préoccupations de QScale, qui a d'ailleurs obtenu la distinction OCP Ready™ de la Fondation du Open Compute Project en 2022. Le système de refroidissement, par exemple, est pensé pour devenir une boucle de chaleur pour de futures serres agricoles qui viendront s'implanter à proximité.

L'emplacement géographique compte également pour beaucoup — nos hivers contribuent à rafraîchir les équipements et à économiser les kilowatts. « Chaque kilowatt qui n'est pas dépensé pour le refroidissement peut être utilisé pour faire du calcul », fait valoir André Lafrance. Finalement, l'usage de l'eau — plutôt que l'air, qui est la méthode usuelle — permet à QScale d'atteindre une efficacité énergétique exceptionnelle.

Cette course à l'excellence vient toucher tous les partenaires de l'entreprise et se répercutera sur tout l'écosystème des centres de données québécois, estiment les deux collègues. « Notre défi est de penser plus loin, aux innovations qui arrivent, résume André Lafrance. Quand on recrute des partenaires, on leur dit : "On ne va pas travailler comme vous en avez l'habitude." Ça les allume, parce que ça leur donne la permission d'innover. »

« Nous allons améliorer l'industrie, conclut Marie-Claude Fradette. QScale est un précurseur. Les professionnelles et les professionnels qui travaillent avec nous sont contents de participer à ça ! »

Gabrielle Anctil, journaliste.



POUR EN SAVOIR PLUS SUR LE PROJET
fr.qscale.comtechnologies

PLAN

REFLET
INSPIRANT
DE LA
PROFESSION

TECHNOLOGIES



REPORTAGES



RECHERCHES



INNOVATIONS



RÉALISATIONS



SOLUTIONS



Faites-nous part de vos succès et de vos découvertes

Partagez-nous ce qui vous inspire, vous allume, et ce qui vous préoccupe en nous contactant à l'adresse plan@oiq.qc.ca

LA TECHNOLOGIE AU SERVICE DU TEXTILE

Qu'il s'agisse d'optimiser les processus de fabrication des textiles ou de diminuer l'empreinte environnementale des produits entrant dans leur fabrication, cette industrie ne cesse d'innover.

84

● Filer, tisser, assembler. Ces opérations, connues depuis des millénaires pour confectionner des vêtements, s'appliquent maintenant aux habits de protection et à des matériaux composites contenant des fibres de carbone ou de verre recouvertes de résine dont on se sert pour construire des ponts, des coques de navires ou même des pièces architecturales comme des escaliers en colimaçon. Autant de domaines d'applications où le génie se déploie.

Conscientes des possibilités dans ce secteur en pleine innovation, quatre entreprises ont choisi d'unir leurs forces pour mieux tirer parti de leur synergie. Le groupe qui forme la filature FilSpec, l'entreprise de tissage Textiles Monterey, Texonic, qui produit des renforts pour les matériaux composites et pour la protection balistique, et Lincoln Fabrics, du côté américain, illustre bien cette tendance à composer avec les forces de chaque entreprise. Le quatuor travaille en étroite collaboration pour mener des projets novateurs portant sur l'enchevêtrement de fils pour la fabrication de vêtements de protection anti-incendie, en passant par l'étape indispensable du tissage.

Beaucoup d'efforts ont été investis pour automatiser une grande partie des procédés de fabrication du fil. « Actuellement, deux ou trois étapes, sur les cinq de la production, sont liées », explique Nicolas Julliard, vice-président à la technologie et au développement du groupe pour les projets spéciaux. L'automatisation accrue des machines synchronisées permet de ne plus avoir à déplacer manuellement des bacs de bobine au bout de la chaîne de production, et d'améliorer la vitesse du flux de production.

Autre innovation technologique, les capteurs utilisés pour la visualisation ; ils rendent compte en temps réel de la qualité du fil produit sur des machines capables de s'autoréparer.

Obtenir des mélanges performants

Ces équipements à la fine pointe de la technologie présentent un autre avantage. Il devient plus facile de mélanger les fibres pour bénéficier de la complémentarité de leurs caractéristiques une fois qu'elles sont tissées. Un habit de protection contre le feu contient des fibres aramides pour protéger des flammes, ainsi que des matières qui génèrent un gaz inerte capable de les étouffer. À ces composants s'ajoutent aussi des fibres qui peuvent évacuer la chaleur du corps, une caractéristique appréciable dans une fonderie où le thermomètre atteint souvent les 40 degrés et plus.

Le sens de la fibre nécessite aussi d'importants calculs d'ingénierie pour les matériaux composites, par exemple, car leur résistance n'est élevée que dans un seul axe. L'industrie textile consacre donc beaucoup d'efforts technologiques à respecter des cahiers des charges très complexes pour parvenir à produire des pièces à la fois très légères et d'une durabilité sans faille. Pour s'en convaincre, il suffit de penser

**L'INDUSTRIE TEXTILE CONSACRE
DONC BEAUCOUP D'EFFORTS
TECHNOLOGIQUES À RESPECTER
DES CAHIERS DES CHARGES TRÈS
COMPLEXES POUR PARVENIR
À PRODUIRE DES PIÈCES À LA
FOIS TRÈS LÉGÈRES ET D'UNE
DURABILITÉ SANS FAILLE.**

notamment aux mâts en fibre de carbone sur des bateaux de compétition, ou au tissu très épais utilisé pour réparer des poutres, comme celles de l'ancien pont Champlain.

Ces pièces en matériaux composites, qui permettent d'obtenir des formes complexes moulées d'un seul tenant, se retrouvent aussi de plus en plus dans le secteur des transports et de l'automobile. Sans compter qu'elles offrent une grande résistance à la chaleur et à la corrosion. « On réfléchit à la façon de récupérer la fibre de carbone sur les avions en fin de vie pour s'en resservir dans les années à venir, mentionne Nicolas Julliard. C'est un matériau qui requiert beaucoup d'énergie à produire, mieux vaut le recycler plutôt que l'enfourir. »

Concevoir des moules uniques à l'infini

Une entreprise de Sherbrooke fondée par l'ingénieur en génie mécanique Yoann Bonnefon, bespline, utilise aussi les matériaux composites de façon très innovante. Cet ingénieur utilise et commercialise un moule adaptatif mis au point par une entreprise danoise, un équipement unique en Amérique du Nord. Les formes générées par 600 vérins sont contrôlées par ordinateur. On peut ainsi mouler des surfaces courbées selon la forme et le format demandés, et fabriquer très rapidement des objets aussi grands qu'un cockpit ou un dôme de projection pour un simulateur de vol. Tout cela sans avoir à créer une matrice pour ensuite la détruite, puisqu'il suffit de reprogrammer le moule. De cette façon, on gagne du temps et on réduit les pertes.

Yoann Bonnefon, qui a longtemps travaillé dans le secteur aéronautique, a aussi mis au point un robot pour déposer des bandes de tissu sur le moule adaptatif selon une orientation donnée. « Nous pouvons optimiser ainsi les propriétés mécaniques d'une pièce puisque les fibres se retrouvent automatiquement dans la direction où l'on en a besoin, fait-il valoir. Argon 18, un de nos clients qui fabrique des cadres de vélo, a utilisé cet équipement pour obtenir exactement le positionnement d'une pièce, selon l'angle qu'il souhaitait. »

Des tissus plus verts

Yoann Bonnefon s'intéresse aussi aux biocomposites, parce qu'il veut utiliser des bioépoxy plutôt que des résines

produites à partir de pétrole, ou encore des résines thermoplastiques à 100 % recyclables.

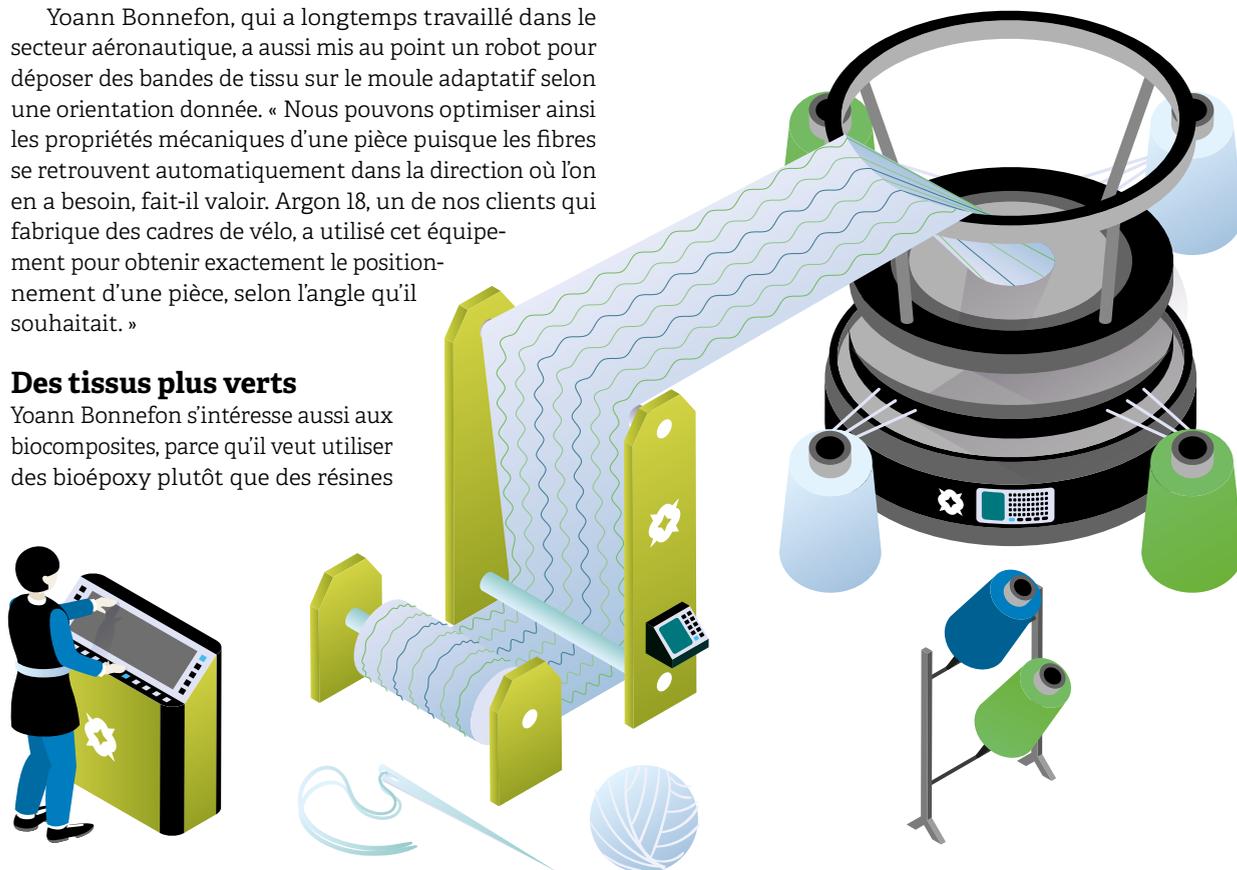
Cette quête de la réduction de l'empreinte environnementale du tissu mobilise aussi le groupe auquel appartiennent Textiles Monterey et FilSpec. Ce regroupement d'entreprises axe notamment ses recherches sur le remplacement de fibres synthétiques liées au pétrole – comme le polyester – par d'autres, biosourcées. Le chanvre ou le lin présentent des qualités mécaniques tout aussi intéressantes et requièrent même moins d'eau ou de pesticides que le coton, par exemple.

Cette tendance écologique intéresse également Innotex, une entreprise centenaire qui se spécialise depuis plus de deux décennies dans les vêtements de protection contre

L'industrie du textile technique en quelques chiffres

- **400 entreprises** sont actives dans le secteur de l'industrie du textile technique au Québec
- **10 000 personnes** travaillent dans ce secteur
- **60 % des entreprises sondées** disent avoir un plan d'action en matière de réduction de l'empreinte environnementale

Source : Baromètre des textiles techniques, Technitextile, mars 2022.





« Nous aimerions utiliser des fibres ayant une empreinte carbone moindre que celles qui sont présentement utilisées dans les tissus. Nous souhaitons également disposer d'un pourcentage de matières recyclées de 15 % à 40 % dans ce type d'habits d'ici le printemps prochain. »

KARINE MARTIN, ING., INNOTEX

le feu. En collaboration avec Textiles Monterey et Stedfast, elle s'attaque en effet au défi Innovation, lancé par les villes de Montréal et de Gatineau, concernant les uniformes de pompiers qui comprennent trois couches de protection. Il s'agit entre autres d'employer les tissus les plus récents offerts sur le marché qui ne contiennent pas de PFAS, des polluants éternels.

« Nous aimerions utiliser des fibres ayant une empreinte carbone moindre que celles qui sont présentement utilisées dans les tissus, souligne la directrice de produits, Karine Martin, ingénieure en génie chimique. Nous souhaitons également disposer d'un pourcentage de matières recyclées de 15 % à 40 % dans ce type d'habits d'ici le printemps prochain. »

Pour ce faire, l'équipe de recherche des trois entreprises réfléchit aux méthodes à employer pour récupérer les tissus préconsommation, autrement dit les retailles de tissus habituellement enfouis. Le but, les retransformer en fibre et par la suite, en fil. L'équipe envisage en outre de recourir à des fibres ou à des fils de ressources renouvelables ou encore biosourcés, en respectant les normes de protection thermique et de respirabilité de ce type d'habits.

On le voit, l'industrie du textile technique ne cesse d'explorer de nouvelles méthodes de production et de combiner les propriétés les plus intéressantes des fibres pour fabriquer des tissus plus durables, plus résistants, mieux adaptés aux besoins des utilisatrices et des utilisateurs. Sans oublier tous les efforts investis pour réduire l'empreinte environnementale du textile, un domaine où le génie fait des pas de géant. —

 Pascale Guéricolas, journaliste.

L'union fait la force

Les 400 entreprises du créneau textile technique à valeur ajoutée, dont les produits d'ingénierie répondent à des cahiers des charges très précis, savent tout l'intérêt qu'elles ont à collaborer. Depuis 2017, elles se rassemblent au sein du groupe TechniTextile Québec, à l'initiative du ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie, qui prend en charge 60 % du développement des innovations collaboratives dans ce domaine.

« Le nerf de la guerre, c'est vraiment le développement de produits, lance Dany Charest, directeur de ce créneau d'excellence. Or, au Québec, il n'existe pas d'entreprises intégrées, allant du fil au tissage, et finalement à la fabrication. Il faut donc bâtir des ponts avec les autres pour innover. » Par ailleurs, l'apport du Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI), affilié au cégep de Sorel-Tracy, facilite la recherche.

Ce soutien a ainsi permis l'émergence de projets en lien avec l'économie circulaire. Par exemple, un fabricant de tuyaux d'arrosage servant à éteindre les feux de forêt vend maintenant cette matière première à une entreprise qui l'utilise pour produire des panneaux acoustiques, faits de feutre très dense. Un autre groupe d'entreprises cherche à remplacer le coton, une matière vorace en eau et en pesticides, par le chanvre. Le but : fabriquer des uniformes de camouflage de soldats et de soldats résistant à l'abrasion et dont l'imprimabilité permettra leur camouflage.

Le virage numérique mobilise aussi de plus en plus les acteurs du secteur. Lightbeans contribue ainsi à réduire l'envoi d'échantillons de tissus en permettant de visualiser les changements de texture d'ameublement d'un simple clic de souris. En utilisant des caméras à très haute définition, et surtout une numérisation très précise pour intégrer les textures dans un logiciel à haute définition, cet outil rend le design d'un décor virtuel très proche du réel. L'ameublement et le bâtiment, ainsi que les textiles des secteurs de la protection individuelle, font d'ailleurs partie des principaux chantiers de travail de TechniTextile Québec.



Afin de promouvoir et faciliter l'achat de textiles à valeur ajoutée fabriqués ou transformés au Québec, TechniTextile Québec a créé le logo Bien d'ici.



Virage vert pour les matériaux performants du textile

Et si la matière première de votre prochaine veste de cuir était faite de résidus de pommes et non de la peau d'un animal ? Voilà un des projets de recherche auquel le Groupe CTT, le Centre des technologies textiles, collabore activement avec la jeune entreprise Flaura. Ce centre collégial de transfert technologique affilié au cégep de Saint-Hyacinthe s'intéresse aux procédés et aux composants des matériaux performants à base de textile capables de réduire leur empreinte environnementale. D'autant plus que désormais, certaines lois limitent l'utilisation de produits jugés nocifs pour l'environnement ou même la santé humaine.

« C'est le cas du fluor, par exemple, qui entre dans la fabrication de membranes imper-respirantes, de type Gore-Tex, indique Justine Decaens, directrice de la recherche et du développement au Groupe CTT. Nous avons réussi à concevoir une membrane qui ne contient pas cet élément cancérigène, en effectuant des changements à la recette initiale. Le produit garde ses qualités imperméables et respirantes, et ce, au même coût. » L'équipe de recherche

travaille également à recycler des fibres de carbone que l'on trouve dans le secteur aéronautique.

En pratiquant une pyrolyse par microondes plutôt que thermique, les spécialistes ont pu récupérer les fibres en dépensant moins d'énergie. Ils utilisent ensuite une carte afin de rendre les fibres parallèles, ce qui renforce leur cohésion. Finalement, le matériau composite ainsi produit conserve de 60 % à 80 % de ses propriétés mécaniques. Il peut servir à fabriquer certaines pièces automobiles, ou encore des patins et des bâtons de hockey.

Le Groupe CTT s'intéresse aussi aux matériaux résistant au froid pouvant convenir à des milieux très hostiles, comme en Arctique. L'objet de leurs recherches : de la silice en poussière, injectée en microparticules dans des fibres de polyester pour renforcer la résistance thermique des vêtements. Les travaux se poursuivent encore autour de cet aérogel. Il faut s'assurer qu'il n'augmente pas la rigidité d'un manteau, par exemple, pour ne pas empêcher l'évacuation de la transpiration.



LE CONCEPT DU VÉHICULE EST INNOVANT PAR SA STRUCTURE MODULAIRE PRINCIPALEMENT FAITE D'ALUMINIUM ET INSPIRÉE DE L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE. SON PLANCHER PLAT SUR L'ENSEMBLE DE L'ESPACE PASSAGER PERMETTRA D'ACCUEILLIR JUSQU'À 45 PERSONNES, DONT 24 ASSISES, ET JUSQU'À 6 FAUTEUILS ROULANTS.

MOBILITÉ DURABLE

DES BUS ÉLECTRIQUES INSPIRÉS DE L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE

Participer à la transformation du transport collectif et au développement durable, c'est ce qui a motivé les cofondateurs de Letenda à concevoir un autobus urbain zéro émission, fait d'aluminium.

● Né d'une vision plus responsable et durable de ce que doit être le transport collectif dans les années à venir, l'entreprise Letenda s'est rapidement définie comme une agente de changement au sein de l'industrie en proposant un concept innovant d'autobus urbain électrique fait d'aluminium. « Notre véhicule n'émet aucun gaz à effet de serre (GES), puisqu'il est électrique, et il est très léger, précise d'entrée de jeu l'ingénieur Jonathan Beaulieu. Une autre de ses grandes forces est sa géométrie intérieure, qui permet de résoudre des problèmes concrets auxquels font face les transporteurs, comme celui de l'accessibilité aux fauteuils roulants, aux déambulateurs et aux poussettes. »

Un concept innovant et adapté

Nicolas Letendre, ing., et Jonathan Beaulieu, ing., se sont connus chez Bombardier Aéronautique. Par leurs fonctions au sein de la multinationale, mais aussi par intérêt personnel, les deux ingénieurs étaient bien au fait des grands enjeux de mobilité

durable partout dans le monde. « À l'heure actuelle, l'industrie du transport collectif dispose essentiellement de véhicules conçus dans les années 1990, explique Jonathan Beaulieu. Ils ont été transformés et adaptés au fil des années, entre autres pour changer la motorisation et passer du diesel à l'électricité. Il était important pour nous de travailler sur de nouvelles bases, avec une structure différente, bien adaptée aux besoins en matière d'exploitation, de sécurité de conduite, d'entretien et de confort des passagers,

mais aussi adaptée aux objectifs environnementaux. »

Après avoir développé un premier concept, l'équipe Letenda est entrée très tôt à l'étape de l'évaluation avec les clients. « Nous avons invité les acteurs du milieu à venir voir ce que nous proposons, et nous avons vu des yeux briller, souligne fièrement Jonathan Beaulieu. Notre vision et nos façons de faire se démarquent vraiment ; à ma connaissance, nous sommes les premiers à repenser la géométrie des autobus autour des problèmes



JONATHAN BEAULIEU, ING.

Cofondateur et vice-président Programme

« Nous sommes les premiers à repenser la géométrie des autobus autour des problèmes des clients. Nous avons choisi de rapidement les faire participer au processus de développement, parce que notre objectif premier est de trouver des solutions à des problèmes réels. »

des clients. Nous avons choisi de rapidement les faire participer au processus de développement, parce que notre objectif premier est de trouver des solutions à des problèmes réels. »

Un travail collaboratif

Pour en arriver à avoir un premier véhicule sur la route qui soit conforme aux plus hauts standards en matière de sécurité, de confort et de fiabilité, Letenda a adopté une approche scientifique en faisant appel à des partenaires crédibles, dont le Conseil national de recherches Canada, Rio Tinto et l'Institut du véhicule innovant. « Avec eux, nous avons basé notre conception sur des aspects très scientifiques, entre autres le comportement sur la route des matériaux et des composants, dit le cofondateur de Letenda. Nous avons créé un modèle de simulation très performant. C'est ce qui nous a amenés à optimiser la structure sur la base d'analyses par éléments finis, dont la topologie. Nous avons identifié quelles sont les forces appliquées par la route, quels sont les éléments qui vont les supporter, et nous avons retiré ceux qui n'agissaient pas. Ce concept est très utilisé en aéronautique, mais pas dans la conception d'autobus. »

Trouver des solutions par l'innovation

L'aluminium boulonné compte pour 70 % de la structure du véhicule conçu par Letenda. « Ce matériau atteint la même robustesse que l'acier, mais il est beaucoup plus léger, poursuit Jonathan Beaulieu. Plus léger et plus performant, notre véhicule se recharge en deux heures. Nous avons travaillé très fort sur les demandes formulées par les villes et municipalités. Elles veulent par exemple augmenter l'accès aux personnes aux prises avec des problèmes de mobilité. C'est pourquoi nous avons déplacé l'essieu avant pour le positionner devant la porte avant plutôt que derrière. Cette géométrie dégage un espace plus vaste à l'entrée du véhicule. L'autobus peut accueillir jusqu'à six fauteuils roulants.



1



2



3



4



6



5

1 Prise de recharge permettant de recharger le véhicule en moins de 2 heures à une puissance de 150 kW.

2 Roues positionnées devant le chauffeur, libérant l'espace de passage des boîtes de roues pour une meilleure accessibilité.

3 Modélisation 3D du véhicule.

4 Compartiment moteur facile d'accès pour l'entretien des batteries, du moteur et des systèmes primaires.

5 Poste de conduite du véhicule offrant une vision plus large qu'un autobus classique, grâce à ses montants de structure plus minces et à ses caméras rétroviseurs.

6 Large pare-brise chauffant offrant une meilleure visibilité et une réduction de la consommation électrique lors du dégivrage.

7 Espace passager spacieux et modulable, offrant plus d'espace pour les fauteuils roulants.



7

LE SECTEUR DES TRANSPORTS ROUTIERS REPRÉSENTE PRÈS DE 35 % DES ÉMISSIONS DE GES AU QUÉBEC. POUR RÉDUIRE CES ÉMISSIONS, UNE DES CIBLES CONSISTE À CE QUE 55 % DES AUTOBUS URBAINS SOIENT ÉLECTRIQUES D'ICI 2030. Source : gouvernement du Québec

On peut configurer l'intérieur comme on veut, selon les besoins du transporteur. Nous avons également intégré un essieu arrière directionnel pour améliorer la manœuvrabilité dans les petites rues. Cela permettra d'offrir un service de transport collectif dans des secteurs où les autres autobus ne peuvent pas circuler parce qu'ils sont trop gros. »

Jonathan Beaulieu indique que la demande pour de plus petits véhicules est en forte hausse dans les plus petites villes. Celui de Letenda mesure 9 mètres (30 pieds) de long, alors que les autobus standards font 12 mètres (40 pieds). « Aussi, notre autobus est doté des technologies les plus avancées de l'industrie pour optimiser sa performance sur le terrain. Un véhicule électrique de géométrie différente ouvre la voie à plein d'innovations dans le domaine. Notre autobus de 9 mètres est un produit de niche, nous nous démarquons sur le marché. »

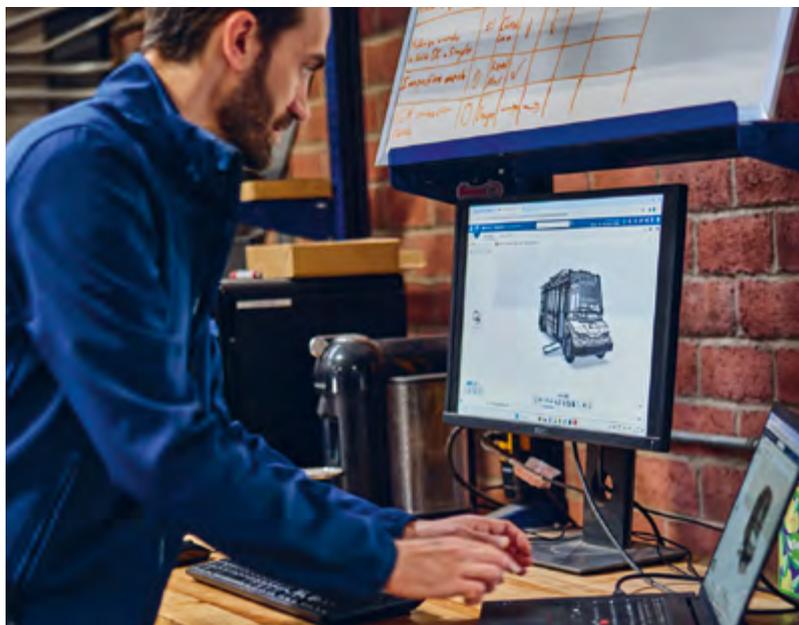
Une innovation opportune

À l'heure actuelle, Letenda a mené plusieurs projets pilotes au Québec, notamment avec la Société de transport de Saguenay et la Société de transport de Montréal. « Notre autobus a passé tous les tests, il est conforme aux normes canadiennes et américaines, mentionne Jonathan Beaulieu. On l'a muni de différents capteurs pour évaluer tous les aspects et recueillir des données pour pouvoir l'améliorer, le bonifier. Nous participons présentement à un projet pilote avec le transporteur Exo. Nous pourrions bientôt transporter des passagers à Saint-Eustache. Quatre véhicules ont aussi été commandés au Vermont, dans la région de Marble Valley. Nous les avons adaptés aux besoins particuliers de ce client. »

Le marché des autobus électriques est en forte croissance ; tous les gouvernements ont mis en place des programmes d'électrification des transports, dans un horizon 2025-2030. « Environ de 10 % à 20 % des parcs d'autobus en Amérique du Nord sont présentement des bus de taille intermédiaire (de 8 à 9 mètres) fonctionnant au diesel. Les sociétés de transport ont l'obligation de remplacer ces véhicules par des véhicules zéro émission, mais il existe très peu de solutions sur le

marché. C'est pourquoi nous avons ciblé ce créneau. Notre objectif est de démarrer rapidement la production pour répondre à cette demande croissante. Letenda est fort bien positionnée ; en Amérique du Nord, il n'y a que très peu de constructeurs de véhicules de transport collectif urbain. Le constructeur chinois BYD est notre seul compétiteur dans les autobus de 9 mètres de longue durée de vie. »

✍ Mélanie Larouche, journaliste.



Homme de défi, acteur de changement

Sitôt diplômé en génie mécanique de Polytechnique Montréal en 2011, Jonathan Beaulieu est entré à l'emploi de Bombardier Aéronautique à titre de gestionnaire de projet, puis il a exercé les fonctions de gestionnaire de programme. Il a terminé un MBA à HEC Montréal en 2016. Ce passionné d'innovation, de développement durable et de travail collaboratif s'est joint à Nicolas Letendre en 2018 pour bâtir Letenda sur des valeurs que tous deux partagent avec ferveur.



Jonathan Beaulieu (à gauche),
Dragos Popa, concepteur électrique,
CPI (au centre) et Kemal Aksakal,
ingénieur mécanique senior (à droite).

1
Collecter
en temps réel
la géolocalisation
des camions

*David
Préville, ing.*

CONDUCTEUR D'INNOVATION

94

Féru d'ingénierie et de télécommunication, David Préville s'est laissé séduire par l'entrepreneuriat sur la base d'outils technologiques. Son objectif : réduire l'empreinte écologique et la consommation de carburant des camions, tout en contribuant à la sécurité et à la fluidité urbaine.

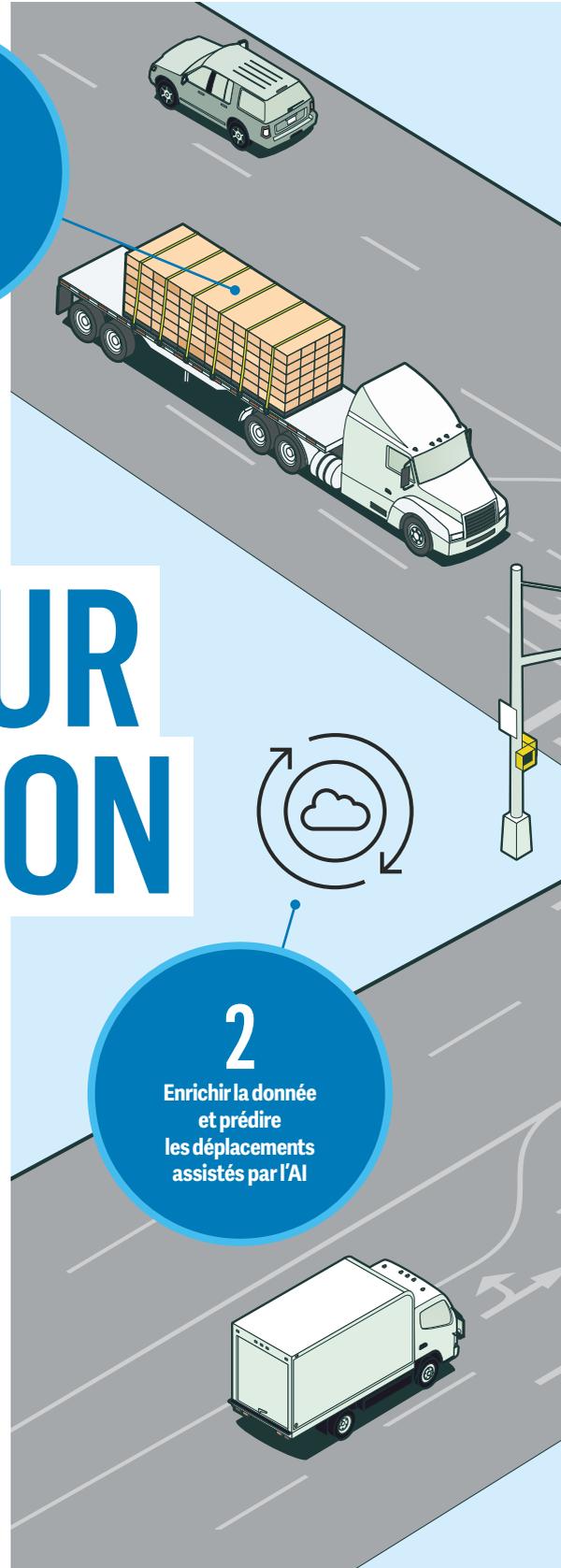
34 %

**DES ÉMISSIONS
DE GES
AU QUÉBEC
PROVIENNENT
DU TRANSPORT
ROUTIER.**

Gouv. du Québec, 2023

Comme il est contrariant de multiplier les arrêts aux feux rouges alors qu'on circule au petit matin dans des rues pratiquement désertes ! Excédé par cette situation, David Préville a voulu y remédier. Ne faisant ni une ni deux, il en discute en 2020 avec son collègue Patrick Lauzière, ing. Tous deux se lancent le défi d'apporter une solution logicielle efficace à la synchronisation des feux de circulation, du moins pour les conductrices et conducteurs de véhicules lourds, qui en ressentent les effets négatifs au quotidien.

2
Enrichir la donnée
et prédire
les déplacements
assistés par l'AI

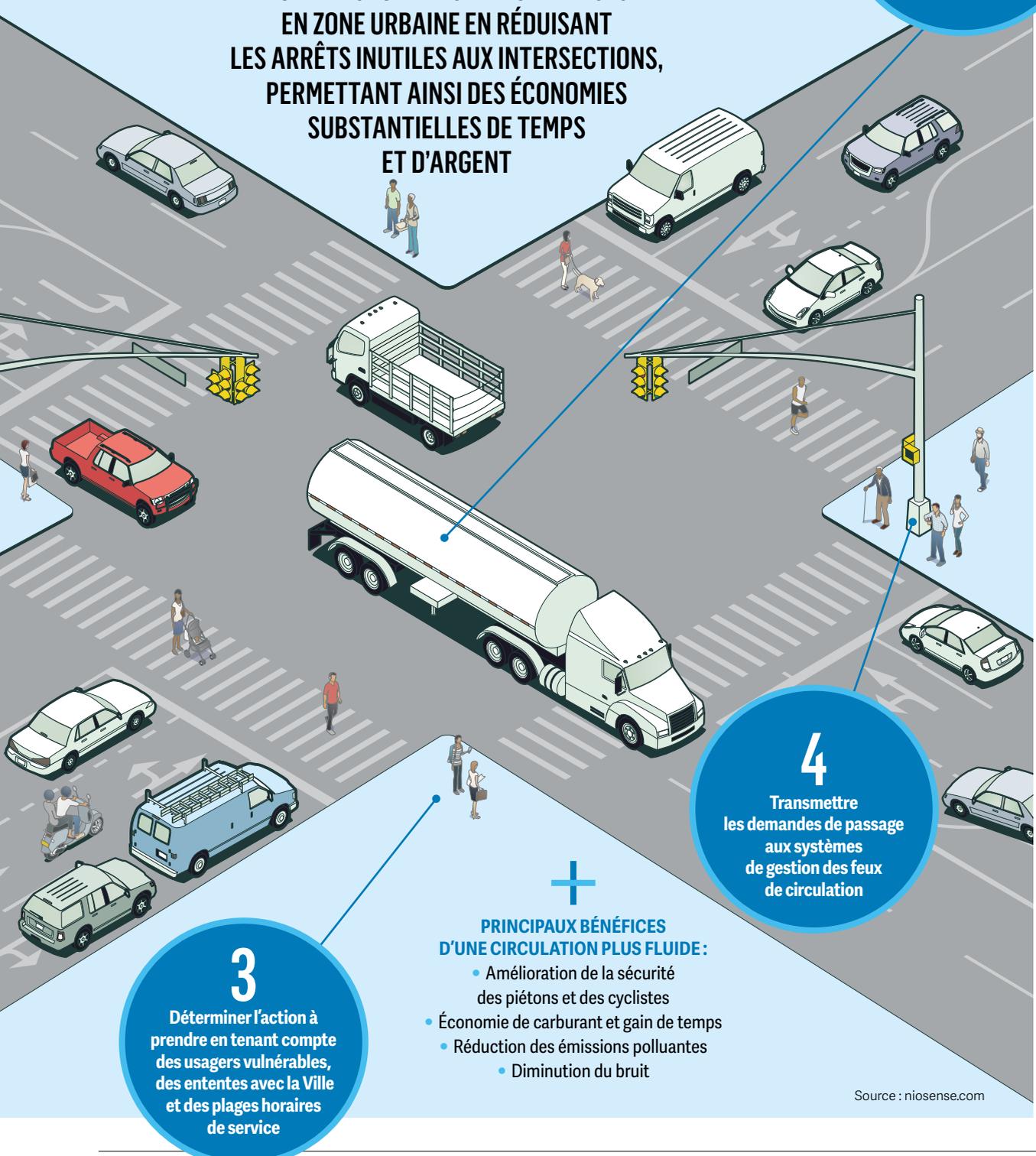


5

Comptabiliser les arrêts évités, les économies monétaires, les réductions de GES et facturer unitairement aux camions les arrêts évités

LES 5 ÉTAPES

POUR AMÉLIORER L'EFFICACITÉ
DU TRANSPORT DES MARCHANDISES
EN ZONE URBAINE EN RÉDUISANT
LES ARRÊTS INUTILES AUX INTERSECTIONS,
PERMETTANT AINSI DES ÉCONOMIES
SUBSTANTIELLES DE TEMPS
ET D'ARGENT



3
Déterminer l'action à prendre en tenant compte des usagers vulnérables, des ententes avec la Ville et des plages horaires de service

4
Transmettre les demandes de passage aux systèmes de gestion des feux de circulation

PRINCIPAUX BÉNÉFICES D'UNE CIRCULATION PLUS FLUIDE:

- Amélioration de la sécurité des piétons et des cyclistes
- Économie de carburant et gain de temps
- Réduction des émissions polluantes
 - Diminution du bruit

Source : niosense.com



Une technologie en plein déploiement

À l'heure actuelle, une quinzaine d'intersections dans les villes de Trois-Rivières, d'Alma et de Boisbriand bénéficient de la technologie niosense, projets réalisés avec l'excellente collaboration d'IVÉO. Trois autres villes s'ajouteront prochainement. David Préville et Patrick Lauzière comptent atteindre 50 intersections d'ici la fin de 2024, et environ 500 d'ici 2025.

« Je suis allé présenter la technologie niosense dans le cadre d'une conférence sur les systèmes de transport intelligents qui a eu lieu dans la Silicon Valley l'automne dernier, indique David Préville. Ce que nous proposons, c'est-à-dire des réponses précises à des questions importantes (réduction des émissions de GES, fluidité de la circulation et réduction de la consommation de carburant), a beaucoup plu à nos interlocutrices et interlocuteurs. Qui plus est, notre service n'exige aucun investissement de la part des villes, simplement qu'elles comprennent comment il fonctionne. »

Il faut savoir que le système niosense passe par des technologies logicielles existantes, entre autres celles qui servent aux véhicules d'urgence et aux bus, puis l'entreprise partage les revenus entre ces partenaires technologiques. « Notre clientèle, ce sont les entreprises de camionnage, explique David Préville. Nous concluons des ententes avec les responsables de la direction des opérations de ces entreprises. Rien n'est implanté dans le véhicule ; la personne au volant du camion n'a rien à faire de spécial. Parfois, elle ne sait même pas que le système est en place, mais elle voit la magie s'opérer aux intersections. Nous facturons à l'entreprise cliente uniquement le nombre d'arrêts évités. Si elle ne "sauve" pas d'arrêt, elle ne paie pas. Le monde du camionnage va bientôt réaliser les avantages qu'apporte niosense sur les coûts de fonctionnement et sur l'environnement.

« La mobilité durable a plusieurs visages, note d'entrée de jeu David Préville. En milieu urbain en particulier, elle doit considérer tous les types de déplacements pour tous les usagers de la route. Avec niosense, on a choisi de s'attaquer à la question du camionnage et aux répercussions du trafic sur la circulation des camions, tant d'un point de vue énergétique et écologique que sur les plans logistique et sécuritaire. On a donc conçu un outil technologique spécialement adapté à ce problème de mobilité. On contribue ainsi à réduire les émissions de GES des camions et à rendre la circulation plus fluide. »

Le goût du défi

David Préville travaille depuis plus de dix ans dans le domaine des technologies de mobilité. Diplômé de l'Université du Québec à Trois-Rivières en génie électrique et informatique, il s'est orienté vers les télécommunications. « Dans ma vie professionnelle, j'ai besoin de relever des défis, et plus ils sont complexes, plus ils m'attirent, confie l'ingénieur. J'ai d'ailleurs souvent cherché à me démarquer par la recherche de solutions à des enjeux particulièrement compliqués. En règle générale, là où les gens voient des risques, moi je vois des domaines à explorer. J'aime prendre part à des projets avant-gardistes, des projets du futur. Les télécommunications et les technologies de l'information sont d'excellents vecteurs d'innovation. »

Après ses études, David Préville a eu la chance de travailler près d'un an à l'Institut international des télécommunications, un centre de recherche spécialisé qui permet aux entreprises d'expérimenter des technologies émergentes. « Cette expérience m'a servi de tremplin, relate-t-il. Je suis ensuite allé travailler pour Vidéotron, au lancement du réseau 3G. Tout était à faire, c'était très stimulant comme défi. On a mis au point un nouveau système capable de prendre des vidéos sur un téléphone, c'était du jamais vu à l'époque ! J'ai beaucoup appris chez Vidéotron. »

Par la suite, auprès de la firme de génie-conseil CIMA+, David Préville a encore participé à des projets novateurs, notamment en matière de sécurité et de défense nationale, et même liés au secteur immobilier. « Certains projets étaient vraiment très innovants, carrément excentriques, souligne-t-il. De projet en projet, j'ai ajouté plusieurs cordes à mon arc au

fil des années. Je suis à la fois très technique et très opérationnel. »

L'IA chez niosense

Au sein de niosense, Patrick Lauzière et David Prévile agissent en complémentarité. « Patrick est l'innovateur ; moi, je suis l'intégrateur. Nous avons choisi le créneau du camionnage parce qu'il a des conséquences directes sur tous les aspects qui motivent notre mission de mobilité durable. Dans l'industrie du transport, on n'en est encore qu'au début du virage. »

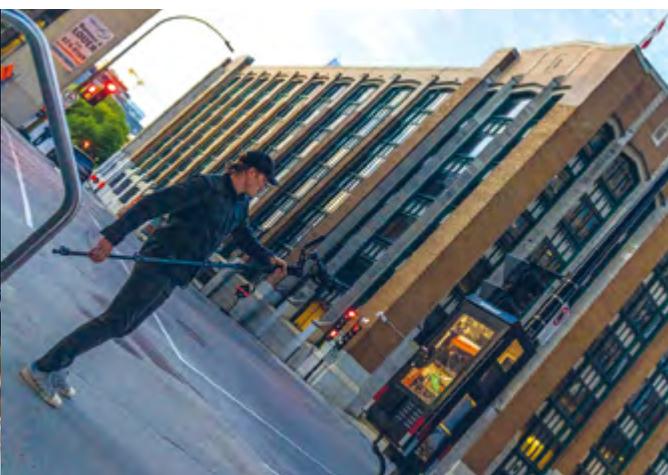
Les deux hommes ont décidé de cibler les entreprises de transport privées parce qu'elles ont des gains considérables à réaliser relativement au développement durable et à l'amélioration de la productivité. « Nous poursuivons activement le développement de nos outils, nous menons présentement des projets d'innovation visant à mettre en place



« Notre vision chez niosense, c'est qu'un jour, les feux de circulation n'existeront plus, les véhicules se synchroniseront entre eux pour assurer la fluidité de la circulation. »

DAVID PRÉVILLE, ING.

directeur des opérations chez niosense



ÉTUDE DE CAS RÉALISÉE DANS LA VILLE DE TROIS-RIVIÈRES

Présentation des données collectées et du diagnostic réalisé par niosense pour une société de transport

Les cinq camions du transporteur doivent fréquemment circuler dans la ville de Trois-Rivières. Lors des déplacements en zone urbaine, les camions croisent de nombreux feux de circulation. Les arrêts inutiles causaient des pertes importantes pour l'entreprise en plus de créer des nuisances inutiles pour les citoyens.

Pertes économiques des arrêts inutiles	
45 t à 100 km/h	45 t à 40 km/h
Maintenance 0,25 \$	Maintenance 0,15 \$
Carburant 2 \$	Carburant 1 \$
Temps 0,75 \$	Temps 0,75 \$
Total par arrêts inutiles 3 \$	Total par arrêts inutiles 1,90 \$

Estimations

Usure et maintenance :

- +40 % en zone urbaine
- 2000 arrêts par année
- 100 000 km par année
- Maintenance normale = 0,10 \$/km

Consommation d'essence :

- 0,5 L par arrêt à 40 km/h à 2 \$/L
- 1 L par arrêt à 100 km/h à 2 \$/L

Perte de temps :

- 1 min/arrêt = coût estimé à 0,75 \$/min

Mesure des économies réalisées

En utilisant le service d'infrastructures connectées de niosense, le transporteur a pu réduire les coûts de carburant et les émissions de GES à Trois-Rivières

4
INTERSECTIONS

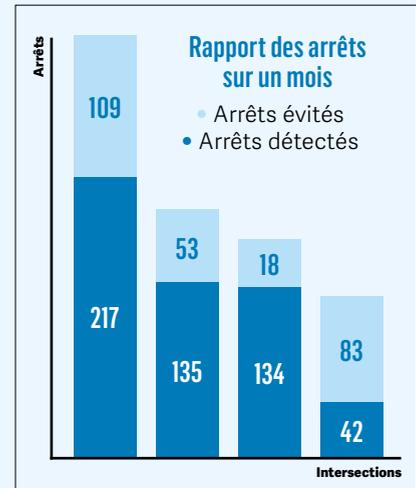
5
CAMIONS

806
ARRÊTS DÉTECTÉS

263
ARRÊTS ÉVITÉS

+20 %
D'ARRÊTS ÉVITÉS

500 \$
ÉCONOMIES RÉALISÉES
POUR CINQ CAMIONS
AVEC SEULEMENT
QUATRE INTERSECTIONS



Des bénéfices importants

Grâce au système de niosense, le transporteur a été en mesure de réaliser des économies opérationnelles importantes tant sur le plan du carburant que du temps.

Il a, en plus, généré des bénéfices clairs pour son image, pour l'amélioration des conditions de travail de ses chauffeurs et pour la collectivité.

Source : niosense.com



des fonctionnalités avancées, par exemple pour la détection de piétons qui seraient non visibles dans la périphérie du véhicule, mais aussi pour aider le camionnage dans les zones difficiles. Ces fonctionnalités ajoutent à la technologie un aspect encore plus sécuritaire. »

Parmi les fonctions qu'il exerce, David Prévillle est chargé de l'intégration de l'intelligence artificielle (IA) aux technologies de niosense. « Recueillir, trier, gérer, optimiser les données, puis les mettre en lien pour créer des modèles d'apprentissage et des algorithmes qui nous permettent de développer des systèmes répondant à de multiples besoins, c'est ça, ma

motivation. Les fonctionnalités de prédiction auxquelles l'IA nous donne accès sont extrêmement utiles dans le domaine du transport. »

Dans sa boule de cristal, David Prévillle voit l'autonomie des véhicules passer par la communication intervéhiculaires et interinfrastructurale. « Notre vision chez niosense, c'est qu'un jour, les feux de circulation n'existeront plus, les véhicules se synchroniseront entre eux pour assurer la fluidité de la circulation. J'ai hâte de pouvoir m'asseoir dans ma voiture autonome et m'endormir pour me réveiller à New York ! »

✍ *Mélanie Larouche, journaliste.*



Profitez d'avantages grâce à notre offre bancaire pour les ingénieurs

<https://www.bnc.ca/ingenieur>

Fière partenaire de :

ing. Ordre
des ingénieurs
du Québec

COLLOQUE ANNUEL

PROPULSONS LE MONDE DE DEMAIN

18-19 NOVEMBRE 2024

colloque.oiq.qc.ca

ing. Ordre
des ingénieurs
du Québec

