

# POLY

LE MAGAZINE DE POLYTECHNIQUE MONTRÉAL



6

IA : UNE GÉNÉRATION ATTENTIVE AUX ÉCHOS DU FUTUR



## INNOVER

AU CLAIR  
DE LA LUNE,  
TRANSMETTRE  
L'ÉNERGIE

26



## TRANSMETTRE

JOUER COMME  
UN ENFANT AVEC  
DES BLOCS LEGO  
ATOMIQUES

30



## DONNER

LA CAMPAGNE  
PHILANTHROPIQUE  
« ÇA SE PENSE À POLY! »

50

PRINTEMPS 2024  
VOLUME 21  
NUMÉRO 1

**PARTICIPEZ  
AU DÉFI**

# **Oser s'investir**

AVEC **Kathy Marquis**



**4 actions faciles  
pour renforcer  
son autonomie  
financière**

[bnc.ca/femmes](http://bnc.ca/femmes)

# L'IA : alliée ou danger? Intelligence artificielle ou intelligence augmentée?

L'intelligence artificielle (IA) est présente dans nos vies et ce n'est que le début. Plusieurs personnes s'inquiètent de l'avenir de leur emploi depuis l'avènement de l'intelligence générative, avec la présence d'outils comme ChatGPT et Bing, entre autres. De son côté, Polytechnique est au cœur de nombreuses innovations en matière d'IA qui permettront aux citoyens et aux entreprises d'accroître leur productivité et de stimuler leur développement, et ce, dans plusieurs domaines. La rubrique Évoluer fait état d'initiatives et de réflexions en cours.

Grâce à Astropoly, nous avons vécu, comme plusieurs d'entre vous, un moment de communion solaire mémorable le 8 avril dernier, lors de l'éclipse solaire totale. Un arrêt dans le temps, unique dans notre vie! Notre campus se trouvait dans la bande de totalité de l'éclipse, du réel bonheur pour toute notre communauté. Merci à l'équipe d'Astropoly pour toutes les activités d'information et d'animation menées dans le cadre de ce grand rendez-vous, votre engagement a été essentiel. Vous trouverez plus de détails sur les activités régulières d'Astropoly à la page 44.

Qui rêvait de devenir un joueur de soccer et adorait la physique à 15 ans? Qui se levait aux aurores pour écouter Hubert Reeves à TV5? Qui a su saisir les propositions qui se sont présentées dans son parcours, sans suivre un plan de carrière prédéfini? Qui a toujours nourri l'enfant en lui et continue de jouer au soccer? Découvrez ce grand chercheur en page 30.

L'équipe de la Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal a dévoilé son Cabinet pour sa campagne de 150 millions de dollars, intitulée **Ça se pense à Poly!** Merci à ces personnes engagées. Découvrez-les en page 52.



**CHANTAL CANTIN**  
RÉDACTRICE EN CHEF

© Caroline Perron

Je tiens à féliciter la Pr<sup>e</sup> Catherine Beaudry, professeure titulaire au Département de mathématiques et de génie industriel, pour l'obtention du **Prix d'excellence en recherche et innovation**<sup>1</sup> pour l'année 2024. Merci aux membres du comité de nomination et du Conseil académique qui ont la responsabilité, année après année, d'évaluer les dossiers et de recommander les lauréats ou lauréates.

En terminant, permettez-moi de souligner l'arrivée depuis fin janvier de ma nouvelle supérieure immédiate, Jacqueline Wallace, Ph.D., comme directrice fonctionnelle chapeautant le Service des communications et des relations publiques, Polytechnique International (POINT), le Service du recrutement étudiant, de la promotion et de l'événementiel, ainsi que la Cheffe des relations institutionnelles, gouvernementales et engagement avec les communautés. Madame Wallace est aussi en lien avec notre directrice générale, Maud Cohen. Bienvenue parmi nous, Jacqueline!

Que votre printemps soit doux et heureux!

1. Voir l'annonce du Prix d'excellence en recherche et innovation



# POLY

LE MAGAZINE  
DE POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

*Poly Mag* est publié par le Service des communications et des relations publiques.

Il est distribué gratuitement aux diplômés, aux membres du personnel, aux étudiants et aux partenaires de Polytechnique.

**ÉDITION** | Service des communications et des relations publiques

**RÉDACTRICE EN CHEF** | Chantal Cantin

**COMITÉ ÉDITORIAL** | Chantal Cantin, Judith Cantin, Catherine Florès, Isabelle Péan, Martin Primeau, Annie Touchette

**RECHERCHE ET COORDINATION** | Catherine Florès

**RÉDACTION** | Catherine Florès, Chantal Cantin, Guillaume Paré, Anne Sellès, Tatiana Wangler

**RÉVISION** | Stéphane Batigne, Chantal Lemieux

**PHOTOS** | Denis Bernier, Thierry du Bois, Avril Franco, Sylvie Li Shoot Studio, Caroline Perron, Polytechnique Montréal / Couverture : Thierry du Bois

**DIRECTION ARTISTIQUE, CONCEPTION DE LA GRILLE GRAPHIQUE ET INFOGRAPHIE** | Avion Rouge

**ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO** | La Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal et la Direction de la recherche et de l'innovation de Polytechnique Montréal

ISSN 1712-3852

Reproduction autorisée avec mention de la source.

Abonnement gratuit

Polytechnique Montréal  
Service des communications et des relations publiques  
CP 6079, succ. Centre-ville  
Montréal (Québec) H3C 3A7

Tél.: 514 340-4915

communications@polymtl.ca



## > SOMMAIRE



## ÉVOLUER

- 6** > IA : une génération attentive aux échos du futur
- 10** > IA : bientôt des garde-fous ?
- 14** > Notre reflet dans le miroir de l'IA
- 18** > Mettre l'IA au service du développement durable
- 20** > Mieux apprendre avec l'IA
- 22** > Encadrons l'IA pour qu'elle profite pleinement à la société



## INNOVER

- 26** > Au clair de la Lune, transmettre l'énergie



## RAYONNER

28 > Kathy Baig,  
femme d'influence positive



## TRANSMETTRE

30 > Jouer comme un enfant  
avec des blocs LEGO  
atomiques



## CONTRIBUER

34 > Science, art et écoresponsabilité



## ENSEIGNER

38 > Nos projets intégrateurs  
mis en lumière dans une  
publication internationale



## ENTREPRENDRE

40 > Nanoparticules précieuses  
et IA au service du  
diagnostic du cancer



## EXPLORER

44 > Astropoly : goûter  
au vertige de l'infini



## S'ENGAGER

46 > *Le Polyscope*,  
toujours à la page



## RÉFLÉCHIR

48 > Être responsable



## DONNER

50 > La campagne philanthropique  
« Ça se pense à Poly! »

54 > Google donne 1,3 M\$  
pour soutenir l'IMC<sup>2</sup>

56 > Soutenir la relève en génie



## STAGES

58 > Le stage : une  
expérience qui compte!



ÉVOLUER

# IA : une génération attentive aux échos du futur

par Catherine Florès



Bintou Seni et Gaetan Butault, respectivement en 4<sup>e</sup> année et en 3<sup>e</sup> année de baccalauréat en génie logiciel, représentent une génération qui s'approprie l'IA avec enthousiasme et de nombreux questionnements. Ils nous font part de leurs réflexions et de leur vision de l'avenir qui se dessine à travers les lignes de code.

## RACINES DE LEUR INTÉRÊT

« Je fais de la programmation informatique depuis mes 10 ans. J'ai commencé à m'intéresser spécifiquement à l'IA vers mes 14 ans, lorsque j'ai eu connaissance des résultats obtenus par DeepMind avec son système d'apprentissage profond. Celui-ci a pu apprendre à jouer à des jeux Atari 2600 à partir de données brutes, simplement en regardant l'écran et en recevant des récompenses ou des punitions. Cet exploit a attisé ma curiosité mathématique », témoigne Gaetan. En parallèle de ses études, celui-ci travaille à titre de chercheur développeur IA junior au Centre de développement et de recherche en intelligence numérique (CDRIN).

Bintou, quant à elle, s'est surtout intéressée au sujet en commençant ses études à Polytechnique. « Comment fonctionnent les systèmes de reconnaissance des objets ? Jusqu'à quel point la machine est capable d'imiter le comportement du cerveau humain ? Ces questions m'ont d'emblée captivée. »

## OUVRIR PLUS GRAND LES PORTES DE L'IA À LA COMMUNAUTÉ ÉTUDIANTE

Ces passionnés se plongent également dans l'univers de l'IA par leur implication dans la vie étudiante. Ils sont, en effet, tous deux membres de PolyAI, un regroupement étudiant qui vise à rendre l'intelligence artificielle plus accessible à la communauté étudiante.

« PolyAI organise diverses activités telles que des ateliers d'apprentissage organisés en collaboration avec des entreprises, ainsi qu'un populaire hackathon de 48 heures, le CodeML, explique Bintou, directrice Cohésion de PolyAI.

Et nous proposons à nos membres de réaliser des projets de conception très variés. Nous avons, par exemple, développé le logiciel de Poly-Tri, une poubelle intelligente capable de trier les déchets. D'autres sociétés techniques font aussi appel à nous, comme PolyCortex, pour un outil de classification automatique, ou Métis, pour un modèle capable de déterminer les intentions de mouvement d'un patient à partir de signaux électromyographiques. »

## USAGE DE L'IA DANS LEUR QUOTIDIEN

Faisant preuve de la plus grande prudence quand il s'agit de partager ses données, Gaetan refuse de recourir aux outils d'IA en ligne, tels que ChatGPT. « Tous les modèles d'IA que j'utilise sont des langages libres (*open source*) hébergés sur mon propre serveur. Depuis que j'étudie à Polytechnique, je suis encore plus vigilant et j'évite les services offerts par les GAFAs. Même pour mon adresse courriel personnelle, j'emploie un service de messagerie électronique sécurisé », rapporte le jeune expert, que vous recherchiez en vain sur les médias sociaux les plus populaires.

De son côté, Bintou semble avoir une approche plus détendue de ces outils. « J'utilise fréquemment ChatGPT pour corriger mes courriels ou pour faire des recherches sur des sujets précis. Mais je veille toujours à ne pas lui fournir d'informations privées. »

## TRANSFORMATION DE L'APPRENTISSAGE : POUR LE MEILLEUR OU POUR LE PIRE ?

L'étudiante s'interroge sur la direction que prendra le système scolaire sous l'influence de cette révolution numérique. « Est-ce que les jeunes vont moins solliciter leurs facultés cognitives ou, au contraire, devenir beaucoup plus performants grâce à l'IA ? Verra-t-on apparaître des générations de paresseux ou de surdoués ? »

**BINTOU SENI ET  
GAETAN BUTAULT,**  
ÉTUDIANTS AU  
BACCALURÉAT EN  
GÉNIE LOGICIEL ET  
MEMBRES DE POLYAI



© Thierry du Bois

En ce qui touche à leur domaine, elle et son collègue s'inquiètent des effets que pourraient avoir les outils d'IA générative sur l'apprentissage du codage. « En 3<sup>e</sup> ou 4<sup>e</sup> année, on commence à posséder assez d'expertise pour détecter d'éventuelles erreurs dans les codes fournis par ChatGPT. Mais les étudiants en première année qui prennent l'habitude de l'utiliser pour obtenir sans peine le code d'une fonction ne seront sans doute pas capables de repérer ces erreurs, ni de résoudre les problèmes complexes qui les attendent les années suivantes. Finalement, cet outil risque de rendre l'apprentissage plus difficile ! », souligne Gaetan. Celui-ci pense qu'une adaptation des travaux est possible, par exemple avec des questions qui piègent l'IA, pour montrer aux étudiants les limites de cet outil.

« Au cours des premières années de notre bac, nous travaillons beaucoup avec des algorithmes connus de ChatGPT. Mais rendus aux projets intégrateurs, nous devons résoudre des problèmes plus spécifiques, qui demandent une bonne maîtrise de la logique algorithmique, et là, ChatGPT ne peut plus guère nous aider », ajoute Bintou.

Celle-ci reconnaît cependant que certains outils d'IA peuvent aider les étudiants à être plus performants dans certaines tâches. « Mais c'est toujours la logique algorithmique

qui nous permet de passer d'un langage de programmation à un autre. Aucun outil ne peut nous la donner, nous devons l'apprendre. »

### **PERCEPTION SENSIBLE DES RISQUES**

Quelle est leur plus grande inquiétude concernant l'IA ? « Personnellement, le fait qu'elle devienne extrêmement bonne en beaucoup de choses ne me fait pas tellement peur, je redoute surtout que la plupart des gens ne pourront avoir aucun contrôle sur elle », déclare Gaetan, très préoccupé par le risque de monopolisation de cette technologie. « Certains acteurs de premier plan essaient de convaincre le Congrès américain de passer des lois pour restreindre le plus possible la diffusion de modèles *open source*, en arguant que la puissance de l'IA la rend comparable à une bombe nucléaire, à ne pas mettre entre toutes les mains. Or, sans modèles *open source*, personne ne pourra concurrencer ces grands joueurs, qui tendent déjà à acquérir massivement leurs plus petits concurrents. »

« C'est un vrai danger pour la démocratie, renchérit Bintou. D'autant que dans une situation de monopole, le risque que les outils soient développés avec des biais est accru. Il faut être très attentif aux décisions que prendront les gouvernements pour légiférer en matière d'IA. »

Tous deux se soucient considérablement de la protection de la vie privée, mise à mal par la technologie. « De nos jours, il est déjà simple de suivre les activités en ligne de quelqu'un, mais avec l'IA, le profilage devient encore plus précis, souligne Gaetan. Par exemple, nos échanges avec certains services des GAFAs peuvent être analysés et catégorisés par des systèmes d'IA. Il est déjà arrivé qu'un contenu anodin soit mal interprété par ces fournisseurs et signalé à la police. La question se pose : faut-il sacrifier la vie privée au profit de la lutte contre les activités illicites, même si cela expose des innocents à des problèmes judiciaires ? »

Sa collègue estime que la sensibilisation du public à un usage sécurisé des outils disponibles est urgente, d'autant plus avec l'Internet des objets et des systèmes qui nous écoutent à notre insu. « Les politiques de confidentialité ne suffisent pas à protéger le public. D'ailleurs, qui prend le temps de lire les formulaires sur le partage des données qu'on autorise ? » « Moi, je le fais ! », s'esclaffe Gaetan, ajoutant que ces contrats pourraient être davantage concis, précis, et rédigés en termes plus simples.

Ils réagissent aussi à l'émergence des services proposant des « amis » virtuels, qui peuvent offrir à leurs utilisateurs l'illusion d'une relation amoureuse. « C'est étonnant, mais ces services rencontrent un succès, constate Gaetan. Cependant, leur modèle économique repose sur la revente de toutes les informations personnelles partagées par les utilisateurs. »

« Moi, je m'interroge sur les effets de ces services sur la sociabilisation, intervient Bintou. Comment une personne qui se tourne vers une IA parce qu'elle se sent seule serait-elle encouragée à sortir et à s'ouvrir aux autres ? »

Concernant la protection de la vie privée, l'un comme l'autre s'entendent pour souligner le danger de partager des données personnelles sans réflexion, sous prétexte de n'avoir rien à cacher. Selon eux, il est préférable de se demander ce qu'on tient vraiment à montrer.

## **PERSPECTIVES D'AVENIR**

Les deux futurs diplômés s'attendent à trouver un marché de l'emploi bouleversé par l'IA. Bintou, qui souhaite travailler aussitôt l'obtention de son baccalauréat – du moins, quelques années, pour financer des études qu'elle envisage de poursuivre plus tard –, estime qu'elle trouvera de bonnes opportunités d'emploi. « On observe actuellement une vague de licenciements dans les entreprises technologiques. Mais je la crois due en partie à des attentes démesurées concernant les gains de productivité permis par l'IA.

La tendance devrait s'inverser à mesure que de nouveaux emplois seront créés grâce à cette technologie. »

Paraphrasant Ginni Rometty, ancienne PDG d'IBM, Gaetan affirme qu'il ne craint pas de se faire remplacer par une IA, mais de se faire remplacer par quelqu'un qui sait utiliser celle-ci. Après son baccalauréat, il vise le doctorat. « J'ai conservé toute ma curiosité mathématique envers les algorithmes. J'explore actuellement les différents aspects de l'IA : les modèles de langage, les systèmes de vision par ordinateur et de génération d'images. Et je souhaite d'ici la fin de mon baccalauréat travailler sur l'apprentissage par renforcement, afin de choisir la branche qui me plaira le plus pour mon doctorat. »



© Thierry du Bois

Tous deux se sentent chanceux d'être aux premières loges pour observer cette révolution numérique. « Nous aurons eu l'occasion de voir l'avant et l'après de la transition. Peu importe où la société sera rendue dans quelques années, nous aurons notre solide formation d'ingénieurs logiciels, nous serons capables de mieux comprendre les évolutions, d'être mieux avertis sur les risques et les enjeux de protection des données, plutôt que de les subir sans les comprendre », conclut Bintou.



ÉVOLUER

# IA : bientôt des garde-fous ?

par Catherine Florès



Les impacts de l'intelligence artificielle sur la société sont l'un des principaux sujets de recherche de Nathalie de Marcellis-Warin, professeure au Département de mathématiques et de génie industriel, présidente-directrice générale du Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations (CIRANO) et chercheuse principale du thème Innovation et transformation numérique du même organisme. Cette spécialiste de la gestion et de la perception des risques, dont la contribution est essentielle dans les débats actuels, est aussi directrice de l'axe dédié aux Outils de mesure, veille et enquêtes de l'Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique (OBVIA).

« L'IA est désormais omniprésente dans notre quotidien, sans que nous ayons toujours conscience d'interagir avec elle. Lorsque nous recevons des suggestions de films sur une plateforme de diffusion en ligne ou une recommandation d'achat, ou quand notre CV est analysé par une entreprise, la plupart du temps, l'IA est derrière ces actions. Nos enquêtes nous ont montré qu'un grand nombre de personnes déclarent craindre l'IA ou s'en méfier, sans la comprendre ou être en mesure de l'identifier. Cependant, ces mêmes personnes partagent sans restrictions leurs données personnelles avec des applications, des plateformes en ligne ou des assistants virtuels plutôt intrusifs », rapporte-t-elle.

Selon elle, ce paradoxe souligne le besoin d'une meilleure sensibilisation du public aux principes de fonctionnement de l'IA et à la protection des données personnelles, ainsi que le respect de pratiques transparentes quant à leur utilisation de la part des fournisseurs de services recourant à l'IA. Elle est convaincue de la nécessité de fournir un encadrement pour guider le développement et l'utilisation responsable de l'IA.

**« L'IA est désormais omniprésente dans notre quotidien, sans que nous ayons toujours conscience d'interagir avec elle. Lorsque nous recevons des suggestions de films sur une plateforme de diffusion en ligne ou une recommandation d'achat, ou quand notre CV est analysé par une entreprise, la plupart du temps, l'IA est derrière ces actions. »**

### LE CHOC CHATGPT

« Après le dévoilement de la Déclaration de Montréal pour un développement responsable de l'intelligence artificielle en 2018, la nécessité d'encadrer l'IA ne faisait pourtant pas l'unanimité parmi les décideurs publics et les développeurs d'algorithmes, dont certains craignaient de freiner l'innovation ou de ne pas être en mesure de faire respecter de telles lois », témoigne la chercheuse.

« Une première prise de conscience des risques de l'IA à grande échelle avait pourtant émergé après les élections américaines de 2016, puis le vote du Brexit avec les manipulations sur les réseaux sociaux tirant avantage des données personnelles des utilisateurs. Mais c'est l'arrivée de ChatGPT qui a le plus radicalement changé le regard des décideurs publics et de la société en général sur l'IA, poursuit-elle. Cette avancée, en révélant le potentiel impressionnant de l'IA dans de multiples applications concrètes telles que la création de contenu, le service à la clientèle et l'assistance virtuelle, a mis en lumière des enjeux au-delà de l'éthique, la responsabilité et la sécurité, et qui concernent l'économie, l'emploi, la précarité et le bien-être. Le choc a été tel que tout le monde a pris conscience des risques et donc de l'urgence d'agir. »

**PRE NATHALIE DE  
MARCELLIS-WARIN,  
DÉPARTEMENT DE  
MATHÉMATIQUES ET  
DE GÉNIE INDUSTRIEL,  
PRÉSIDENTE-DIRECTRICE  
GÉNÉRALE DU CIRANO**

Nathalie de Marcellis-Warin et Christophe Mondin, professionnel de recherche au CIRANO, ainsi que plusieurs autres chercheurs du CIRANO et de l'OBVIA, ont contribué à un rapport du Conseil de l'innovation du Québec (CIQ) remis au ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie (MEIE) intitulé **Prêt pour l'IA**. Nourri par les contributions d'un vaste panel d'experts de multiples disciplines (IA, science des données, éthique, droit, sciences économiques, génie, éducation, art, santé, etc.) et de citoyens, il émet une série de recommandations pour un encadrement favorisant une utilisation et un développement responsables et harmonieux de l'intelligence artificielle au Québec. « Ce travail collectif fournit au gouvernement une base solide sur laquelle il peut fonder une approche proactive d'encadrement, afin que l'IA profite à l'ensemble de la société et que les risques soient minimisés. Une loi-cadre pourrait en découler prochainement. »

### **L'ÉTHIQUE DE CONCEPTION, UNE NOTION QUI S'IMPOSE**

Un des effets de cet encadrement sera d'établir des principes directeurs et des normes de transparence accrue dans les systèmes d'IA et leurs applications. « La responsabilité des développeurs est mise de l'avant. Il leur revient d'anticiper et de prévenir autant que possible les risques dès les premières étapes du processus de conception et de développement des algorithmes », souligne M<sup>me</sup> de Marcellis-Warin, qui explique que cette vision se fonde sur la notion d'éthique de conception (*ethics by design*). Son application vise notamment à réduire l'opacité des algorithmes, dont les décisions devraient pouvoir être comprises et expliquées aux utilisateurs. Des principes éthiques tels que la justice, la transparence, le respect de la vie privée et des droits humains doivent également être intégrés dans la conception des algorithmes et respectés tout au long de leur développement. Il faut pouvoir évaluer l'algorithme pendant tout son cycle de vie et le corriger, ce qui implique la mise en place de processus de contrôle.

« Il faut que l'éthique s'applique également à la collecte et à l'utilisation des données, qui demeurent parmi les aspects les plus risqués de l'IA, rappelle M<sup>me</sup> de Marcellis-Warin. Cette étape est sujette à de nombreux biais, ce qui représente un danger. » Pour éviter les préjudices, il faut s'assurer que les données utilisées pour entraîner les algorithmes soient représentatives, équitables et exemptes de biais discriminatoires. Les considérations éthiques doivent également s'imposer dans la manière dont les données sont collectées, stockées et utilisées, afin de protéger la vie privée des individus.

### **ENJEUX DANS LE MONDE DU TRAVAIL**

Nathalie de Marcellis-Warin étudie également les effets de l'IA dans le monde du travail. « Les entreprises québécoises sont loin d'avoir atteint leur maturité numérique et, par conséquent, peu d'entre elles tirent parti des avantages de l'IA, faute de savoir collecter et structurer leurs données d'affaires », observe-t-elle. Pour y remédier, le MEIE, en collaboration avec plusieurs parties prenantes de l'écosystème IA, développe des programmes d'accompagnement des entreprises. Un des projets de recherche du CIRANO est d'ailleurs d'étudier l'impact de tels programmes sur l'adoption de l'IA au Québec.

Du côté des travailleurs, les préoccupations envers l'IA sont exacerbées depuis l'apparition de ChatGPT. « Certains redoutent de perdre leur emploi, tandis que d'autres, plus nombreux, appréhendent l'intégration de cette technologie, sachant qu'elle modifiera leurs tâches, leur rapport à l'emploi, et craignent de manquer de compétences et de ressources pour s'adapter à cette évolution. »

La gestion algorithmique du travail soulève aussi des inquiétudes, rapporte la P<sup>re</sup> de Marcellis-Warin. L'IA facilite l'application de principes d'amélioration continue des processus (*lean management*), qui tendent à éliminer les tâches à non-valeur ajoutée, mais l'optimisation qui en résulte peut parfois

nuire aux employés et leur faire perdre leur sens du travail. « Nous avons recommandé que le bien-être des travailleurs soit pris en compte dans l'intégration des algorithmes au travail », déclare-t-elle. Un rapport récent de la Commission de l'éthique en science et en technologie (CEST) porte spécifiquement sur ce sujet.

Par ailleurs, elle fait valoir que l'IA peut également aider à améliorer la sécurité des travailleurs, par exemple, en prévenant les accidents sur les chantiers de construction, ou encore, en permettant d'analyser en temps réel des données biométriques, afin de détecter les signes de fatigue ou de stress, et ainsi prévenir les blessures ou les maladies professionnelles.

## **APPRENDRE À COEXISTER HARMONIEUSEMENT AVEC L'IA**

« Que ce soit dans le monde du travail ou dans la vie quotidienne, le recours à l'IA requiert de grands efforts de sensibilisation et même d'éducation », pense Nathalie de Marcellis-Warin.

« Le public a besoin d'être mieux informé sur ce qu'est l'IA, son fonctionnement, ses avantages, ses limites et ses implications, de même que sur les précautions à prendre lors de son utilisation, notamment en ce qui concerne le partage des données personnelles. Je crois aussi à la nécessité de se pencher sur les mécanismes de consentement éclairé. On pourrait, par exemple, exiger que les systèmes conversationnels soient clairement identifiés comme tels, afin de souligner aux usagers qu'ils s'entretiennent avec une machine. »

La prise en compte d'une diversité de points de vue et de besoins dans le processus de développement et d'adoption de l'IA représente un autre facteur d'intégration bénéfique de cette dernière. À cet égard, on peut prendre en exemple les équipes de l'OBVIA et du CIRANO, qui veillent à consulter et à impliquer les citoyens dans leurs travaux de recherche.

De manière générale, intégrer toutes les parties prenantes lorsque l'on développe une solution d'IA permet de couvrir tous les angles morts et de pallier les biais, tout en augmentant la littératie numérique de tous.

« Je pense que c'est en premier lieu l'engagement actif des pouvoirs publics, des entreprises et des citoyens qui pourra permettre la construction d'un avenir numérique bénéfique à la société », conclut la Pr<sup>e</sup> de Marcellis-Warin. Nous avons donc tous intérêt à nous intéresser à l'IA!

***« Certains redoutent de perdre leur emploi, tandis que d'autres, plus nombreux, appréhendent l'intégration de cette technologie, sachant qu'elle modifiera leurs tâches, leur rapport à l'emploi, et craignent de manquer de compétences et de ressources pour s'adapter à cette évolution. »***

> La gestion algorithmique de la main-d'œuvre : analyse des enjeux éthiques, publié par la CEST



> Prêt pour l'IA, publié par le Conseil de l'innovation du Québec





ÉVOLUER

# Notre reflet dans le miroir de l'IA

par Catherine Florès



Humaine, trop humaine, l'intelligence artificielle? Tout comme nous, elle subit l'influence de biais, qui sont en fait les nôtres. Bien qu'ils représentent l'un des aspects les plus préoccupants de l'IA, ces biais ne sont toutefois ni une fatalité, ni même toujours une calamité, fait valoir un éminent spécialiste de l'apprentissage automatique, le Pr Foutse Khomh, du Département de génie informatique et génie logiciel. Co-directeur scientifique Activités scientifiques et International d'IVADO, et titulaire d'une chaire en IA Canada-CIFAR sur les systèmes logiciels d'apprentissage machine fiables et de la Chaire de recherche FRQ-IVADO en assurance qualité des logiciels d'apprentissage automatique, celui-ci nous présente un éclairage sur ces fameux biais.

## **BIAS À TOUS LES ÉTAGES**

« Les biais peuvent être introduits ou amplifiés à différents stades du processus de conception, de développement et d'utilisation du modèle », explique Foutse Khomh. Celui-ci indique que certains biais sont présents dès la source d'alimentation des algorithmes : les données d'entraînement. C'est le cas, par exemple, lorsque des stéréotypes ou des préjugés ont influencé des décisions prises par des humains, et que ces décisions se reflètent dans les données historiques utilisées pour entraîner les algorithmes. Par ailleurs, des données mal étiquetées ou incomplètes peuvent également conduire à des modèles inexacts ou biaisés.

Parfois, c'est la sélection des données d'entraînement qui est biaisée. Par exemple, lorsque des données concernant certaines populations sont exclues de la sélection, ou lorsque celle-ci privilégie certains types de données au détriment des autres. Les modèles produisent ainsi une représentation incomplète ou distordue de la réalité.

L'utilisation elle-même des modèles peut également subir l'influence de biais cognitifs

**« L'utilisation de l'IA représente une chance de faire le ménage dans nos pratiques en se débarrassant de notre héritage embarrassant. À condition d'être sensibles à l'existence des biais, de poser le bon diagnostic, puis de prendre des actions éclairées. »**

et les amplifier. Si, par exemple, les utilisateurs d'un modèle de recommandation notent défavorablement un produit en raison de leurs biais, le modèle pourrait moins recommander ce produit à d'autres utilisateurs aux profils similaires. Dans le secteur bancaire, si un modèle de prédiction de crédit employé pour accorder des prêts est biaisé et que, pour cette raison, moins de prêts sont octroyés à un groupe particulier de la population, moins d'informations sur la solvabilité de ce groupe risquent d'être disponibles, et ce groupe sera donc encore moins représenté dans les prochaines données d'entraînement.

« Il est donc crucial de prendre en compte les questions de biais à chaque étape du cycle de vie d'un modèle d'IA pour atténuer ces effets indésirables, déclare le Pr Khomh. Mais tous les biais de l'algorithme ne sont pas toujours le reflet de nos biais inconscients. Il arrive que les concepteurs orientent volontairement un algorithme pour favoriser une dimension spécifique au détriment d'une autre. Cette ingénierie de biais peut d'ailleurs être motivée par un objectif d'équité largement accepté. »

**PR FOUTSE KHOMH,**  
DÉPARTEMENT DE  
GÉNIE INFORMATIQUE  
ET GÉNIE LOGICIEL,  
CO-DIRECTEUR  
SCIENTIFIQUE  
ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES  
ET INTERNATIONAL D'IVADO

## **SE DÉBARRASSER D'UN HÉRITAGE EMBARRASSANT**

« L'utilisation de l'IA représente une chance de faire le ménage dans nos pratiques en se débarrassant de notre héritage embarrassant, affirme le Pr Khomh. À condition d'être sensibles à l'existence des biais, de poser le bon diagnostic, puis de prendre des actions éclairées. »

Lors de la conception d'un algorithme, il faut donc s'assurer que le calcul s'opère sans facteur indésirable, afin que l'algorithme ne fonctionne pas de façon discriminatoire. Il existe des moyens de « débiaiser » un algorithme, précise Foutse Khomh. Par exemple, dans le contexte du recrutement professionnel, on peut accorder de l'importance à des attributs qui englobent d'autres types de compétences pertinentes pour le poste, même si elles ont été acquises dans un domaine connexe. Cela facilite la sélection de candidats dont les compétences les rendent admissibles au poste alors qu'ils ont un profil atypique. En conséquence, cela favorise une plus grande diversité parmi les candidats sélectionnés.

« Lorsqu'on interroge un modèle génératif, il doit sélectionner le bon contexte, filtrer les indices et fournir une réponse pertinente. Cependant, des études montrent que même le choix du contexte peut être biaisé. Nous devons donc calibrer les modèles pour qu'ils ne s'attardent pas sur des informations non pertinentes pour la tâche demandée, telles que celles liées au genre, par exemple », ajoute M. Khomh.

## **SAVOIR RECONNAÎTRE LES LIMITES D'UN MODÈLE**

Tel un sprinteur qui excellerait sur une piste de course classique mais enregistrerait de faibles performances sur une route montagneuse, un modèle d'IA ne peut fonctionner de manière efficace et fiable que dans une certaine fenêtre de conditions, que les spécialistes désignent

comme l'enveloppe opérationnelle du modèle. Hors de cette enveloppe, il est préférable de ne pas déployer le modèle, à moins qu'il ne soit possible de mettre en place des mécanismes de contrôle et de compensation.

« Lorsque la performance du modèle est réduite par une couverture insuffisante de données, certaines approches consistent à utiliser des données synthétiques. Mais celles-ci présentent souvent des limites en termes de fidélité aux données réelles, de biais de modèle, de complexité de génération et de capacité de généralisation. Nous devons donc examiner attentivement les implications de l'utilisation de données synthétiques et considérer d'autres approches, telles que l'augmentation des données réelles ou l'utilisation de techniques de correction de biais, le cas échéant », indique le Pr Khomh.

## **COMPLÉTER L'HUMAIN**

Lorsque toutes les précautions sont prises, les modèles d'IA ouvrent de nouvelles perspectives aux activités humaines, comme en témoignent les récents projets dirigés par le Pr Khomh.

À titre d'exemple, en collaboration avec une entreprise spécialisée dans l'acquisition de talents, son équipe a développé une solution innovante pour sélectionner les meilleurs candidats dans une vaste base de profils. Cette solution permet de parcourir des milliers de CV en recherchant au-delà d'une correspondance exacte entre les exigences du poste et le contenu du CV, soit en identifiant les candidats ayant le potentiel nécessaire pour occuper les fonctions du poste, même si leurs profils ne correspondent pas parfaitement aux mots-clés spécifiques. Cette solution offre ainsi de plus grandes opportunités professionnelles à ces candidats.

Le Pr Khomh mentionne également un projet en cours visant à répondre à une préoccupation majeure dans l'aviation, les pilotes

**« Nous n'en sommes qu'aux balbutiements, mais dans les prochaines années émergeront des IA plus complexes que les modèles de langue, qui permettront aux chercheurs de valider leurs hypothèses scientifiques et qui pourront également leur suggérer des hypothèses nouvelles. »**

affligés d'une incapacité. Celle-ci réfère à toute situation où un pilote devient incapable d'assumer ses responsabilités normales en raison d'un problème de santé ou de tout autre problème, comme la fatigue. « Nous visons le développement de modèles capables de prédire les risques d'incapacité à piloter de façon non intrusive, à partir de l'information collectée dans la cabine de pilotage. Les résultats préliminaires montrent que nos chances d'y parvenir sont bonnes, ce qui permettra une meilleure gestion du temps de travail des pilotes, par exemple. »

### **UN COUP D'ACCÉLÉRATEUR SUR LA SCIENCE**

En tant que scientifique, le Pr Khomh pense que l'IA promet de faire faire des bonds de géant à la recherche. « Nous n'en sommes qu'aux balbutiements, mais dans les prochaines années émergeront des IA plus complexes que les modèles de langue, qui permettront aux chercheurs de valider leurs hypothèses scientifiques et qui pourront également leur suggérer des hypothèses nouvelles. »

### **LA QUÊTE DE LA TECHNOLOGIE PARFAITE**

Malgré l'engouement suscité par les compétences des modèles de langage actuels, comme ChatGPT, le chercheur conserve un regard critique à leur égard. « Je consacre mon attention aux défauts, aux erreurs et à la lisibilité de ces modèles. Je m'interroge sur

les raisons de leur divergence par rapport à nos attentes, ainsi que sur les moyens de les aligner sur celles-ci », précise-t-il.

Il se préoccupe aussi d'une utilisation ignorante de leurs limites. « Ces modèles génératifs peuvent sembler produire des solutions professionnelles de qualité en surface, mais, sans expertise, il est difficile de juger de la qualité réelle du contenu. Leur qualité s'améliorera sans doute avec le temps, mais des risques de dommages subsistent. Des études révèlent que plus les gens utilisent ces assistants au quotidien, moins ils restent vigilants. »

Le Pr Khomh convient que les utilisateurs doivent s'instruire du bon usage de ces outils, mais il le regrette : « Si on doit acquérir de nouveaux apprentissages pour utiliser une technologie, c'est qu'elle n'est pas parfaite. Une technologie parfaite comprendrait les tâches qu'on lui demande et les exécuterait de façon fiable, autonome et sécuritaire, quel que soit le comportement de son utilisateur. Elle ne demanderait pas de développer des compétences particulières pour la faire fonctionner. Pour moi, c'est la quête ultime ! »



ÉVOLUER

L'IA offre un potentiel considérable pour améliorer la compréhension, la gestion et l'atténuation des impacts environnementaux. Valérie Bécaert, titulaire d'un doctorat en génie chimique de Polytechnique, en est convaincue, elle qui a abordé le domaine de l'IA par le prisme du développement durable.

### DE L'ACV À L'IA

Spécialisée dans l'analyse du cycle de vie (ACV), celle-ci a, en effet, dirigé le Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG) pendant six années. Elle a également co-fondé et dirigé le Centre interdisciplinaire en opérationnalisation du développement durable (CIRODD).

Elle reconnaît avoir ressenti une certaine frustration devant la difficulté d'accéder à suffisamment de données relatives aux flux de matières dans le cadre de la quantification des impacts environnementaux de produits ou de services.

# Mettre l'IA au service du développement durable

Par Catherine Florès

« Les industries se montraient souvent réticentes à partager leurs données essentielles, souvent en raison d'un manque de savoir-faire dans leur collecte. Pourtant, il est crucial de disposer de données complètes et précises pour garantir l'exactitude des calculs en ACV. Je me suis donc tournée vers un domaine qui accorde une attention particulière aux données : l'optimisation et les mathématiques. » Ainsi, en 2015, Valérie Bécaert est devenue directrice exécutive d'IVADO. Elle s'est ensuite jointe à Element IA. À la suite de l'acquisition de l'entreprise en 2022 par ServiceNow, spécialisée en outils de gestion des flux de travail numériques, elle dirige désormais le groupe de la recherche en IA et les programmes scientifiques chez ServiceNow Research.

### ÉLARGISSEMENT DU CHAMP DES POSSIBLES EN RECHERCHE ENVIRONNEMENTALE

Par sa formidable capacité à traiter de grandes quantités de données provenant de diverses

sources, à identifier des risques potentiels et à modéliser des scénarios d'impact, l'IA représente une alliée incontournable pour la recherche environnementale, souligne M<sup>me</sup> Bécaert. « Il y a une dizaine d'années, l'accès rapide aux impacts de l'activité humaine était un objectif ambitieux. Aujourd'hui, l'IA le rend possible en permettant une génération et une modélisation des données plus efficaces et moins coûteuses. De plus, depuis l'arrivée de l'IA générative, les interactions avec l'information sont simplifiées. Les modèles actuels sont en mesure d'extraire des informations pertinentes à partir de vastes corpus de données, ce qui permet une meilleure accessibilité et une utilisation plus efficace des connaissances disponibles. »

L'experte mentionne à titre d'exemple la gestion plus efficace et durable des marchandises, des composants et des matériaux grâce à l'IA générative. Cette dernière améliore l'analyse des données provenant de différentes sources dans une chaîne d'approvisionnement ou de production et permet également d'identifier des modèles et des opportunités d'amélioration.

## **RÉDUCTION DES IMPACTS EN AGRICULTURE**

De nombreux autres domaines bénéficient du rôle de l'IA dans la promotion de pratiques durables, rapporte M<sup>me</sup> Bécaert. L'IA annonce, par exemple, l'avènement de l'agriculture de précision. « Par l'analyse combinée des conditions météorologiques, de l'état des sols et d'autres facteurs, des systèmes d'IA peuvent recommander des pratiques agricoles spécifiques à chaque parcelle, réduisant ainsi le gaspillage de ressources et les impacts environnementaux, tout en augmentant la productivité. »

En étudiant les images satellite, les systèmes d'IA peuvent également surveiller en temps réel des territoires, des installations industrielles ou des infrastructures, détectant des anomalies, comme des incendies, ou des écarts par rapport aux normes environnementales.

**« Je pense aussi qu'une formation en IA est nécessaire dans tous les domaines du génie, au même titre que les formations en développement durable et en éthique. »**

## **SENSIBILISER, ÉDUCER ET ENCOURAGER LA CRÉATIVITÉ**

Évidemment, cette révolution technologique ne peut s'observer uniquement avec des lunettes roses, précise Valérie Bécaert. « Les côtés sombres de l'IA existent. Ce sont ceux de l'humanité : appât du gain et recherche de la facilité. Il est facile de céder à ces tentations et de basculer dans l'excès. Par exemple, de grandes entreprises utilisent l'IA pour exploiter l'économie de l'attention, incitant ainsi à une surconsommation. »

M<sup>me</sup> Bécaert mentionne aussi un effet encore peu connu : l'empreinte écologique de ces technologies, qui entraînent d'importantes émissions de CO<sub>2</sub>. « Les modèles les plus performants ne sont pas les plus transparents! »

La maturité de notre société détermine notre capacité à utiliser l'IA de manière responsable et éthique, estime l'experte. Sensibiliser la population et former les professionnels sont des étapes cruciales pour aborder les défis et les opportunités de l'IA de manière constructive.

« Je pense aussi qu'une formation en IA est nécessaire dans tous les domaines du génie, au même titre que les formations en développement durable et en éthique. De cette façon, les ingénieurs de demain seront aptes à mieux comprendre et à exploiter cette technologie de manière créative, contribuant ainsi à façonner son impact sur la société. »

**VALÉRIE BÉCAERT,**  
DIRECTRICE PRINCIPALE  
DE LA RECHERCHE CHEZ  
SERVICENOW RESEARCH



# Mieux apprendre avec l'IA

Par Catherine Florès

En tant que maître d'enseignement au Département de génie chimique, Alfa Arzate se préoccupe depuis plusieurs années de la façon dont l'IA s'apprête à bouleverser le processus d'enseignement-apprentissage. Afin de mieux maîtriser le sujet, elle a exploré les possibilités et les enjeux de l'utilisation de cette technologie en contexte universitaire. Ses découvertes l'ont menée à concevoir, avec l'appui du Bureau d'appui et d'innovation pédagogique (BAIP), un projet augmenté par l'IA en vue de proposer à ses étudiants une expérience d'apprentissage enrichie.

## **UN AGENT CONVERSATIONNEL S'INVITE DANS LE COURS**

Avant même d'intégrer l'IA dans ses cours, Alfa Arzate s'appuyait déjà sur des outils technologiques pour soutenir ses étudiants dans leur apprentissage. Notamment, elle avait mis en place un espace de travail et de discussion commun sur la plateforme Slack pour chacun de ses cours, ce qui lui permettait de fournir une rétroaction rapide à ses étudiants et de favoriser leur participation et leur collaboration.

« Mais je sentais qu'il était possible d'aller plus loin. Je rêvais d'avoir un avatar qui puisse répondre de façon personnalisée aux questions qui me parviennent dans Slack. Un avatar capable d'interagir avec les étudiants pour les accompagner dans leur processus d'apprentissage. En 2019, j'ai pris connaissance d'une expérience pédagogique mise sur pied par une professeure au Mexique qui a demandé à ses étudiants de créer un agent conversationnel spécifiquement pour son cours. J'ai commencé à réfléchir à cette avenue et j'ai démarré une veille technologique pour m'inspirer de diverses expériences similaires. »

Depuis l'automne passé, avec l'encouragement du BAIP, M<sup>me</sup> Arzate s'est lancée dans la conception d'un projet axé sur un prototype d'agent conversationnel autonome (*chatbot* en anglais), basé sur un modèle de GPT, mais entraîné avec les données issues d'un cours spécifique.

Cette approche permettra à la fois aux étudiants de renforcer leur acquisition des notions enseignées dans le cours en interrogeant le *chatbot*, et à l'enseignante d'assurer un suivi plus précis de chacun d'eux, en analysant ses questions.

Selon elle, en confiant à l'IA les tâches courantes, l'enseignant peut dégager du temps pour faire évoluer son cours en permanence, de façon à assurer la transmission des connaissances théoriques qui demeurent capitales.

« Un des défis ici est de guider l'IA de manière à ce qu'elle fournisse des réponses conformes aux données introduites lors de sa conception, tout en évitant que ces réponses ne modifient son mécanisme de fonctionnement initial. De cette façon, les réponses générées restent fidèles à l'information spécifique fournie à l'IA », précise-t-elle.

## USAGE À BON ESCIENT DE L'IA POUR FORMER LES INGÉNIEURS DE DEMAIN

Constatant que ses étudiants sont de plus en plus nombreux à utiliser couramment l'IA, Alfa Arzate a pris le parti de les encourager à en faire un usage efficace et responsable. « Dans un autre cours, l'un des projets que je leur confie consiste à concevoir un système d'acquisition de données, y compris une interface visuelle. Aujourd'hui, ils utilisent l'IA pour créer le logo de leur interface, ce qui leur permet de gagner du temps et d'apprendre à se servir des outils d'IA. En outre, je les invite à tester l'IA pour résoudre des exercices, tout en s'entraînant à identifier les erreurs potentielles sur la prise de décision de l'IA, ce qui renforce leur esprit critique. Même assistés par l'IA, les étudiants restent responsables des résultats qu'ils présentent dans leurs travaux. »

Elle relève que certains éléments sur l'avenir de l'enseignement sont troublants. « Aujourd'hui, même si on n'est pas un expert dans un domaine, il est facile de demander à des outils d'IA de développer un plan et un contenu de cours complets, ainsi que des exercices, des questions d'examens... Où en serons-nous dans cinq ans? Quel sera le rôle de l'enseignant? »

Toutefois, à la lumière de ses expériences et des connaissances qu'elle a acquises sur le sujet, M<sup>me</sup> Arzate estime qu'utilisée judicieusement, l'IA peut jouer un rôle important dans l'inclusion de tous les étudiants et étudiantes. « Avec l'arrivée de systèmes de gestion de l'apprentissage et des robots éducatifs, elle peut faciliter l'adaptation des cours au parcours individuel et aux particularités telles que la neurotypicalité. De cette manière, elle offre à chacun une plus grande accessibilité aux études. »

**ALFA ARZATE,**  
MAÎTRE D'ENSEIGNEMENT  
AU DÉPARTEMENT DE  
GÉNIE CHIMIQUE



© Denis Bernier

# Encadrons l'IA pour qu'elle profite pleinement à la société

Par François Bertrand, directeur de la recherche et de l'innovation

La recherche scientifique a-t-elle besoin d'un nouveau cadre de référence en raison des défis posés par l'intelligence artificielle (IA)? Clairement, oui. Les répercussions éthiques, sociétales et technologiques de l'IA sont d'une telle ampleur qu'une réévaluation des méthodologies de la recherche et l'instauration de nouveaux principes éthiques

deviennent nécessaires. S'impose également une réflexion approfondie sur les implications à long terme de l'IA sur la nature même de la recherche scientifique et de la production de connaissances. Cette attente, Polytechnique Montréal la partage avec nombre d'autres grands établissements de recherche du monde entier.

En février dernier, j'ai participé avec une délégation de Polytechnique à la conférence annuelle de Science Business qui s'est tenue à Bruxelles. À titre d'expert invité au panel intitulé « *AI and the stewardship of science : Time for a new blueprint?* », j'ai eu l'occasion d'exprimer mon point de vue. Les échanges que j'ai pu avoir en cette circonstance avec les autres experts, des acteurs clés du paysage européen de la recherche et de l'innovation, ont mis en lumière la convergence de nos préoccupations.

## **NOTRE ENGAGEMENT ENVERS UNE IA RESPONSABLE**

Avec la création d'IVADO (Institut de valorisation des données), du MILA (Institut québécois d'intelligence artificielle, anciennement « Montreal Institute for Learning Algorithms »), et de Scale AI, la grappe pour la promotion de l'IA au Canada, Polytechnique Montréal et ses partenaires universitaires ont joué un rôle de premier plan dans le positionnement de la ville de Montréal au rang de premier pôle nord-américain en IA pour son influence et la qualité de son industrie, selon le *Financial Times*. En apportant leur soutien, les gouvernements provincial et fédéral, ainsi que l'industrie, ont reconnu l'importance de ces initiatives pour l'économie et l'innovation technologique du Québec et du Canada.

Dès le début de l'émergence de ce pôle en IA, nos ingénieurs et ingénieures, nos scientifiques, ainsi que nos parties prenantes ont souligné l'importance cruciale de prendre en compte les implications sociétales de l'intelligence artificielle que nous développons. Ils ont également mis en avant l'urgence de collaborer étroitement pour établir un ensemble de règles éthiques afin de guider le développement d'une IA responsable. Cette démarche vise à garantir que les technologies développées s'accordent avec nos valeurs sociales et contribuent concrètement au progrès de la société.

Cet engagement s'affirme notamment par la Déclaration de Montréal pour un développement responsable de l'intelligence artificielle en 2017, la participation de Polytechnique à la création de l'OBVIA (Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique) en 2018, de même que sa contribution aux projets du CIRANO (Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations) relatifs aux retombées socio-économiques de l'intelligence numérique.

Notre engagement s'incarne aussi dans le projet IAR<sup>3</sup> d'IVADO, qui a obtenu en 2023 une subvention de 124,5 millions de dollars du Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada. Le premier volet du projet est de rapprocher l'intelligence artificielle de l'intelligence humaine, en améliorant sa capacité prédictive, en intégrant la causalité et en considérant les enjeux humains dès l'étape de conception d'une technologie pour prévenir les biais potentiels. Le deuxième volet consiste à utiliser l'IA pour accélérer les découvertes scientifiques dans des domaines-clés. Enfin, le troisième vise à promouvoir une large adoption de l'IA et à garantir que la société bénéficie de ces avancées, en s'appuyant sur la recherche collaborative avec des partenaires organisationnels et en intégrant des principes d'innovation responsable.

## **POLYTECHNIQUE RÉPOND PRÉSENT AUX BESOINS EN FORMATION SUR L'IA ET LA CYBERSÉCURITÉ**

Avec l'avènement de l'IA et des enjeux de cybersécurité, et l'évolution fulgurante de la société en pleine révolution numérique, il est devenu impératif que citoyens, organisations et gouvernements soient correctement informés sur les enjeux de l'IA et l'utilisation éthique des technologies numériques en général. Polytechnique, de concert avec ses instituts comme IVADO et l'IMC<sup>2</sup> (Institut multidisciplinaire en cybersécurité et cyberrésilience), contribue à cette mission,

en donnant des formations et en fournissant des connaissances pertinentes pour le bien de notre société.

Les individus ont, aujourd’hui plus que jamais, besoin d’accéder à de la formation continue pour faire face aux bouleversements que cette transformation numérique amène dans leur vie professionnelle. À cet égard, Polytechnique répond à plusieurs de ces besoins, en particulier par l’entremise de ses certificats en cybersécurité. Elle poursuit ainsi ses efforts pour assurer une formation technologique adéquate des citoyens à chaque étape de leur vie et pour les sensibiliser aux enjeux de la révolution numérique en cours.

### **NÉCESSITÉ D’AGIR VITE**

L’IA s’implante à grands pas dans tous les pans de notre société et je pense qu’il est vain de vouloir freiner son avancée, ne serait-ce que pour ne pas se faire distancer par les nations qui misent sur son plein potentiel.

Cependant, il est impératif de relever les défis préoccupants qui émergent. Dans le domaine scientifique, par exemple, l’explosion du nombre d’articles depuis l’avènement de l’IA générative risque de submerger les réviseurs, comme on l’a souligné lors du panel de Science Business. L’évaluation de la qualité des résultats publiés devient en outre de plus en plus complexe pour les réviseurs qui ne disposent souvent pas d’informations suffisantes sur le modèle d’IA utilisé ou les données employées par les auteurs.

À une échelle plus large, on observe que l’IA générative est de plus en plus utilisée pour la production des contenus Internet et des médias sociaux, sans que le grand public n’en soit toujours pleinement conscient. Cela soulève des questions importantes en matière de désinformation, de vie privée et d’éthique.

Un autre aspect moins connu mais tout aussi préoccupant concerne les coûts exorbitants associés aux calculs requis pour

**« L’expression “intelligence artificielle” me déplaît!  
Je lui préfère “intelligence augmentée”, une intelligence qui assiste l’humain, sans vocation à le remplacer. »**

entraîner et faire fonctionner les modèles d’IA générative, ainsi que le profond déséquilibre en matière d’accès à la puissance de calcul entre les grandes entreprises et les universités et centres de recherche publics. À titre d’exemple, Calcul Québec dispose de 1500 gpu (unités de processeurs graphiques), alors que des sociétés comme META ont accès à plusieurs centaines de milliers de ce type d’unités de traitement. Dans ce contexte, l’investissement de 2,4 milliards \$ annoncé par le gouvernement fédéral pour soutenir l’IA canadienne est une mesure cruciale.

### **AUGMENTER NOTRE INTELLIGENCE COLLECTIVE ET INDIVIDUELLE**

Ces défis nous rappellent la nécessité d’instaurer rapidement des normes pour encadrer le domaine de l’IA sans entraver le progrès. Le rapport *Prêt pour l’IA* publié en février par le Conseil de l’innovation du Québec propose une douzaine de recommandations qui vont dans ce sens et qui visent à atténuer les conséquences négatives potentielles de l’IA.

Sur le plan individuel, il me paraît tout aussi crucial de continuer à exercer notre pensée critique, notre jugement, notre perspicacité sociale lorsque nous développons ou utilisons l’IA.

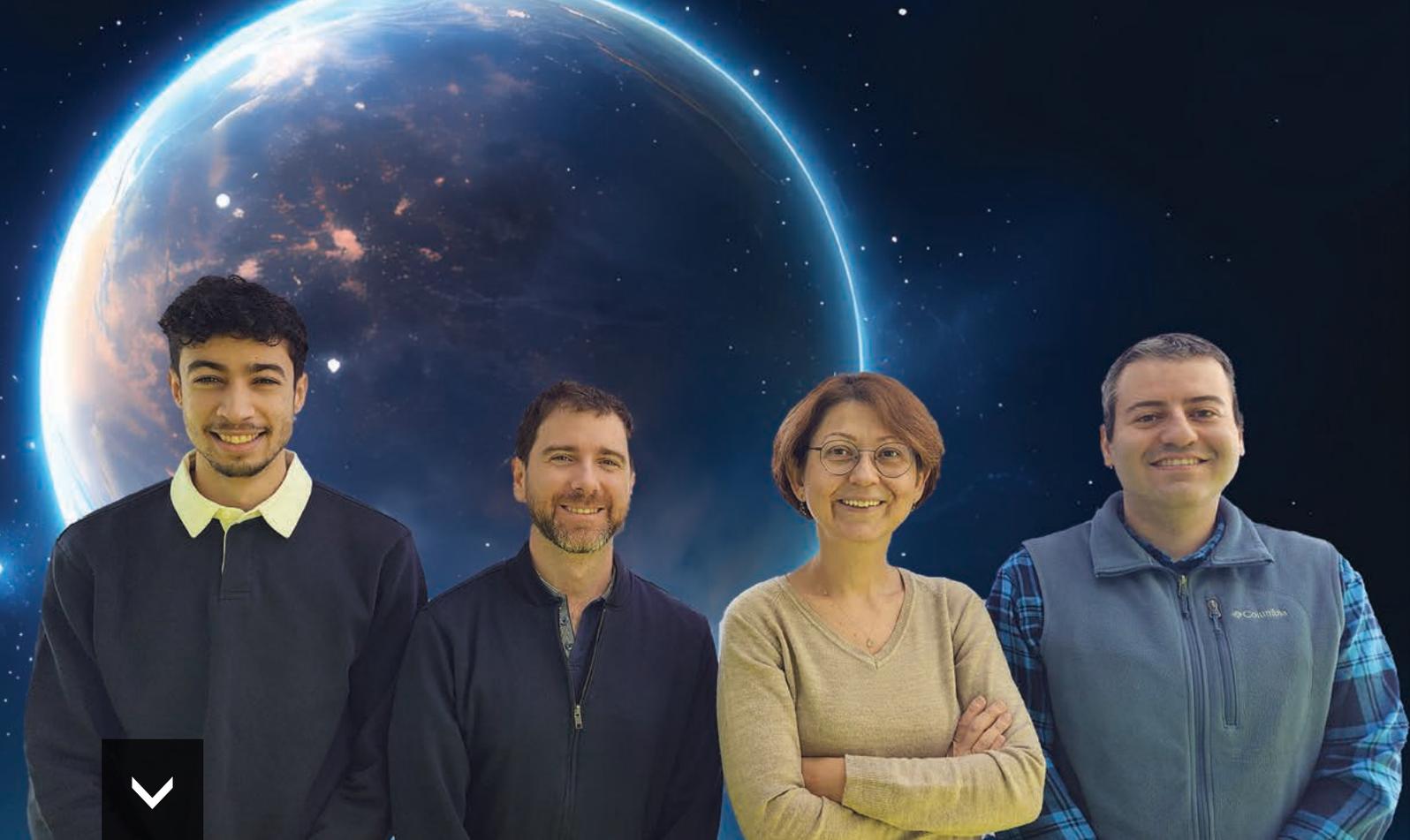
Je conclus par un aveu : l’expression « intelligence artificielle » me déplaît ! Je lui préfère « intelligence augmentée », une intelligence qui assiste l’humain, sans vocation à le remplacer.

« Aucune entreprise n'est à l'abri d'un risque de sécurité interne.

Nous voulons aider les organisations à résoudre cette problématique majeure. »

**Frédéric Cuppens** | Directeur de l'IMC<sup>2</sup> et titulaire de la Chaire GEDAI  
Département de génie informatique et génie logiciel





INNOVER

Mohamed Naqbi, étudiant à la maîtrise en génie aérospatial, P<sup>r</sup> Sébastien Loranger (Département de génie électrique), P<sup>re</sup> Gunes Karabulut-Kurt, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur les nouvelles frontières en communication spatiale (Département de génie électrique), Barış Dönmez, étudiant au doctorat en génie électrique.

# Au clair de la Lune, transmettre l'énergie

Par Catherine Florès

L'imminence des prochaines missions Artemis de la NASA rapproche l'humanité de la réalisation de son vieux rêve de coloniser la Lune. Toutefois, le succès de l'ambitieux programme Artemis dépendra en grande partie de la capacité à alimenter en énergie les systèmes, les robots nécessaires et les installations des futures bases lunaires.

« Étant donné les conditions extrêmes du milieu lunaire, il n'est guère envisageable de

déployer un réseau physique de câbles sur la surface de la Lune pour réaliser son électrification. Les systèmes de transmission sans fil se présentent donc comme des solutions de rechange », indique la P<sup>re</sup> Gunes Karabulut-Kurt, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur les nouvelles frontières en communication spatiale. Cette chercheuse au Département de génie électrique est membre et cofondatrice d'Astrolith, l'unité de recherche transdisciplinaire du génie des ressources

et des infrastructures spatiales récemment lancée à Polytechnique Montréal. Dans le contexte de ses projets spatiaux, elle explore les possibilités et les limites de la transmission optique d'énergie par faisceaux laser, ainsi que de la transmission par radiofréquences.

## **SIGNAUX LASER ET POUSSIÈRES TROUBLE-FÊTE**

La transmission d'énergie par laser consiste à utiliser l'électricité fournie par une source (par exemple, panneaux photovoltaïques, réacteurs nucléaires ou batteries) pour générer un faisceau laser concentré, lequel est ensuite dirigé à travers l'espace libre vers un point distant, où il est capté et converti en énergie électrique. Cette méthode, dite FSO (pour *Free Space Optics*), permet d'acheminer de l'énergie sur de longues distances, avec un débit de données élevé et une latence relativement faible. De plus, elle n'est pas sensible aux interférences électromagnétiques. Elle offre, en outre, l'avantage de la flexibilité, en fournissant une connectivité là où elle est nécessaire, sans nécessité de maintenir une infrastructure de transmission permanente.

« Cependant, il reste beaucoup d'inconnues. Nous ignorons notamment si les poussières électrostatiques présentes dans l'exosphère lunaire et chargées par le Soleil ne risqueraient pas de créer des perturbations dans la transmission du signal et donc nuire à son efficacité », modère la Pr<sup>e</sup> Karabulut-Kurt, dont l'équipe étudie ces impacts en collaboration avec le Pr Sébastien Loranger, expert en applications spatiales de l'optique et photonique au Département de génie électrique, ainsi qu'avec Mohamed Naqbi, étudiant à la maîtrise en génie aérospatial.

## **TRANSMISSION PAR LES ONDES**

La transmission sans fil de l'énergie sur la Lune par le déploiement d'un système d'antennes radiofréquences est l'autre voie étudiée par Gunes Karabulut-Kurt. Cela consiste à moduler l'énergie générée par une source en signaux radiofréquences, grâce à des dispositifs

**« C'est une chance exceptionnelle de participer à l'aventure spatiale au sein d'Astrolith. »**

émetteurs. Propagés dans l'espace lunaire, ces signaux sont ensuite captés et convertis en énergie utilisable à l'aide de dispositifs de réception spéciaux. L'énergie pourrait ainsi alimenter des équipements ou être redistribuée vers d'autres endroits, selon les besoins.

La méthode risque moins d'être compromise par les poussières lunaires, mais d'autres conditions peuvent générer des pertes énergétiques. « La scintillation solaire, notamment, est forte sur la Lune. Elle peut créer des interférences avec les radiofréquences entraînant des pertes de signal et une distorsion de la transmission, de même qu'elle peut affaiblir l'efficacité de la conversion », mentionne la professeure, qui développe des solutions pour minimiser ces pertes. « Que ce soit par cette méthode ou la méthode FSO, nous cherchons aussi à découvrir les limites de distance dans lesquelles on peut transmettre l'énergie », précise-t-elle.

## **RÊVER DU FUTUR**

Le caractère extrêmement novateur des projets dirigés par la Pr<sup>e</sup> Karabulut-Kurt a le potentiel d'attirer une nombreuse relève étudiante, d'autant que ces projets pourront également trouver des applications terrestres, telles que l'alimentation électrique d'équipements et les communications dans des zones éloignées ou difficiles d'accès.

« C'est une chance exceptionnelle de participer à l'aventure spatiale au sein d'Astrolith, souligne M<sup>me</sup> Karabulut-Kurt. Notre collaboration étroite avec l'industrie nous permet de saisir ses défis, alors qu'en même temps, le fait d'être à l'université permet de rêver davantage et d'oser explorer des solutions nouvelles. »



# Kathy Baig, femme d'influence positive

Par Catherine Florès

Que fait un ingénieur dans la vie? Au moment de s'inscrire à Polytechnique, Kathy Baig, ing., MBA, ASC, DHC, Po 2004 (génie chimique) n'en avait pas d'idée précise. « Je ne connaissais aucun ingénieur et personne ne m'avait jamais parlé de l'ingénierie. J'avais fait sciences pures au cégep sans vision claire de ma future carrière, cependant, je voulais que celle-ci soit épanouissante, pleine de défis et d'opportunités. Et j'avais la perception qu'une formation en génie pouvait me l'apporter », se remémore-t-elle. Des débuts surprenants pour celle qui allait porter les couleurs du génie québécois et canadien, à titre de présidente de l'Ordre des ingénieurs du Québec de 2018 à 2022, puis d'Ingénieurs Canada de 2022 à 2023.

## **ON NE NAÎT PAS INGÉNIEURE, ON LE DEVIENT**

« Mon immersion dans l'industrie lors de mon premier emploi chez IBM à Bromont a été le moment où je me suis véritablement sentie devenir ingénieure, réalisant l'étendue de mon

rôle et des nombreuses options qui s'offraient à moi », poursuit M<sup>me</sup> Baig. Pour ce poste, elle a même modifié ses projets personnels : « À l'époque, mon compagnon et moi projetions d'acheter une maison à Montréal. Afin d'épargner pour notre mise de fonds, nous avons décidé d'habiter encore quelque temps chez nos parents. Mais l'opportunité chez IBM était trop belle pour être ignorée! J'ai déménagé sur la Rive-Sud. Cette décision a façonné mon parcours; il a été influencé par la culture d'excellence et de sécurité chez IBM, ainsi que par la modernité des installations à Bromont, qui a radicalement transformé ma perception des usines. »

Elle a concrétisé son désir de changement et d'apprentissage constant en se forgeant une carrière dynamique. Après un passage chez IBM, elle a évolué chez Johnson & Johnson, Pyrogenesis Canada et Aéroports de Montréal, assumant des rôles variés de gestion de projets. Actuellement, en tant que

vice-présidente et directrice principale chez Stantec, elle se consacre au positionnement et au développement de l'entreprise et à la direction d'un service de la ligne d'affaire Transports. « Mes transitions professionnelles furent toutes guidées par mes choix. Elles témoignent de la flexibilité qu'offre le titre d'ingénieur, permettant de naviguer aisément entre divers secteurs et domaines de responsabilités. »

Détenant également un diplôme en administration des affaires de HEC Montréal, elle s'implique au sein de conseils d'administration d'organisations œuvrant dans les domaines des arts, des technologies et du transport.

### **INVESTIE À 100 % DANS SA PROFESSION**

En 2016, à tout juste 35 ans, M<sup>me</sup> Baig est nommée à la présidence de l'OIQ. De son propre aveu, c'est l'un des mandats les plus tumultueux qu'elle a eu à assumer. À cette époque, l'organisme vivait une crise importante et s'est retrouvé placé sous tutelle par décision du gouvernement provincial. « La confiance était à rebâtir. Avec mon équipe, je me suis entièrement investie pour changer la culture organisationnelle de l'Ordre, assainir ses relations avec le gouvernement et restaurer l'image de la profession. » Mission accomplie pour la combative et méthodique ingénieure, qui s'est, de plus, activement engagée dans la promotion de la diversité en génie.

Elle a ensuite poursuivi cet engagement, cette fois au niveau national, en acceptant la présidence d'Ingénieurs Canada. « Je suis fière, notamment, d'avoir pu contribuer à augmenter la représentation des femmes en génie au pays. »

### **PRÉPARER LA RELÈVE À UN MONDE EN ACCÉLÉRATION**

En observatrice attentive des attentes de la société envers les ingénieurs, elle souligne l'importance croissante des compétences

sociales et relationnelles chez les étudiants en génie, en raison de la complexité croissante des projets multidisciplinaires intégrant des innovations technologiques majeures, ainsi que de la pression des enjeux climatiques et sociétaux. « La vision stratégique et les compétences en gestion du changement, résolution de conflits et communication deviennent aussi cruciales que les connaissances scientifiques. Les universités doivent poursuivre leurs efforts pour rapprocher leurs programmes de l'industrie, afin que les jeunes diplômés n'aient pas à tout réapprendre en arrivant dans les entreprises. »

Assurer une relève représente un défi majeur pour le génie, surtout dans un contexte où toutes les professions rivalisent pour attirer les meilleurs talents, note-t-elle. « Promouvoir le génie auprès des jeunes et leur montrer divers modèles d'ingénieurs sont cruciaux. Les entreprises devraient aussi être ouvertes à immerger les jeunes dans leur univers. Incitons également les ingénieurs à s'exprimer davantage dans l'espace public sur leur rôle et sur leurs enjeux. Je rêve de voir un jour une série télévisée dont les héros seraient des ingénieurs! »

**KATHY BAIG**, PO 2004,  
VICE-PRÉSIDENTE ET  
DIRECTRICE PRINCIPALE  
CHEZ STANTEC

***« Mes transitions professionnelles furent toutes guidées par mes choix. Elles témoignent de la flexibilité qu'offre le titre d'ingénieur, permettant de naviguer aisément entre divers secteurs et domaines de responsabilités. »***



# Jouer comme un enfant avec des blocs LEGO atomiques

Par Catherine Florès

## **DU BALLON ROND AU TERRAIN DE JEU DES SEMI-CONDUCTEURS**

Jusqu'à ses 15 ans, Oussama Moutanabbir nourrissait un rêve : devenir joueur de soccer. Certes, l'adolescent, qui excellait à l'école, adorait aussi la physique, mais ignorait qu'on pouvait en faire son métier. « C'est alors que j'ai découvert une émission qui a nourri mon intérêt pour la science. Elle passait très tôt

chez moi, 5 h du matin au Maroc, sur la chaîne TV5. L'astrophysicien Hubert Reeves, avec son accent qui me semblait bizarre, y racontait des choses passionnantes. Je me levais aux aurores pour l'écouter! », se souvient le chercheur, titulaire de la Chaire de recherche du Canada de niveau 2 sur les semi-conducteurs quantiques et nanoscopiques, et professeur au Département de génie physique.

Bien qu'élevé au sein d'un foyer où la culture littéraire et philosophique était prédominante, celui-ci s'est dirigé vers des études scientifiques. « Je suis entré à l'université avec deux années d'avance. J'obtenais de bons résultats, mais je n'avais sans doute pas la maturité suffisante pour envisager sérieusement ma future carrière. J'ai entrepris une maîtrise en calcul théorique principalement parce que ce domaine suscitait mon intérêt, sans que je me soucie vraiment de ses éventuelles applications pratiques, ni de chercher à établir des liens avec d'autres chercheurs dans le monde. Cette façon d'aborder la recherche pourrait facilement mener à l'échec ou à la marginalisation, j'en suis conscient. »

### **DES TRAVAUX REMARQUÉS**

Son travail a toutefois attiré l'attention d'un chercheur de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), qui l'a invité au Québec pour entamer un projet de doctorat appliquant ses calculs dans le domaine des semi-conducteurs. Sa vie a pris alors un tour inattendu. « J'ai un peu traîné des pieds avant d'accepter l'invitation, car je n'avais pas tellement envie de quitter le Maroc. Pourtant, ma visite à l'INRS s'est poursuivie par un doctorat. J'ai aussi rencontré au Québec celle qui allait devenir mon épouse. »

L'adaptation au travail en laboratoire ne s'est pas faite sans difficultés pour le jeune chercheur théoricien amené à travailler sur des projets expérimentaux. « Je n'avais jamais touché un instrument! Comme il n'y avait pas de technicien pour m'aider, j'ai dû me débrouiller avec des manuels pour comprendre comment utiliser les équipements. Il m'a fallu plusieurs mois pour maîtriser leur fonctionnement, car j'étais trop orgueilleux pour demander de l'aide à mes collègues. En revanche, mes connaissances fondamentales solides se sont révélées un atout majeur pour débloquer des projets appliqués. Elles permettent de saisir les subtilités des interactions atomiques, ce qui facilite la résolution de divers problèmes.

Le véritable défi réside dans la capacité à poser les questions justes, un processus qui demande souvent de suivre son intuition. »

Fort de ce bagage, Oussama Moutanabbir a terminé sa thèse dans le temps record de trois ans et demi. Peu après l'obtention de son doctorat, lors d'une conférence en Arizona, il a fait la connaissance de deux chercheurs, l'un de l'Université Keio, au Japon, l'autre de l'Université de Berkeley, qui lui ont proposé de collaborer à leurs travaux. Grâce à une bourse, il a organisé sa vie entre Tokyo et San Francisco.

### **INFLUENCE D'UN MENTOR**

Un an plus tard, une autre invitation allait également s'avérer déterminante. Elle émanait du directeur du célèbre Institut Max Planck, le Pr Ulrich Gösele, connu pour ses contributions majeures dans les domaines des dispositifs électroniques à l'échelle nanométrique et des nouveaux matériaux pour l'industrie des semi-conducteurs. Celui-ci souhaitait qu'Oussama Moutanabbir se joigne à son équipe. Comment refuser une telle proposition ?

Direction l'Allemagne, donc, pour le chercheur et son épouse. Auprès du Pr Gösele, il a appris comment structurer et diriger une équipe de recherche de façon à ce que chacun puisse s'épanouir et poursuivre ses propres intérêts scientifiques. « Le Pr Gösele était un chercheur brillant et profondément humain. Il m'a recommandé cette règle de vie que je n'ai jamais oubliée : faire attention à ma santé en premier lieu, à ma famille en second et à ma carrière, seulement en troisième. »

Guidé par ce précepte, Oussama Moutanabbir a tourné le dos sans hésiter aux projets passionnants et au prestige de l'Institut Max Planck quelques années plus tard, lorsque ses enfants ont atteint l'âge d'être scolarisés.

**PR OUSSAMA  
MOUTANABBIR,**  
TITULAIRE DE LA CHAIRE DE  
RECHERCHE DU CANADA  
LES SEMI-CONDUCTEURS  
QUANTIQUES ET  
NANOSCOPIQUES,  
DÉPARTEMENT DE  
GÉNIE PHYSIQUE

« Ma femme, une Montréalaise, m'a fait valoir qu'il fallait retourner s'établir au Québec afin qu'ils puissent suivre leur scolarité en français. Alors, pour la première fois de ma vie, j'ai postulé à un poste : celui de professeur à Polytechnique Montréal. »

## **FERVENT DÉFENSEUR DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE EN GÉNIE**

Aujourd'hui, dans son laboratoire, le Pr Moutanabbir et son équipe étudient la structure de nanomatériaux, développent des semi-conducteurs et les assemblent dans des dispositifs destinés à des domaines aussi divers que l'imagerie médicale, la détection infrarouge, la biodétection, les technologies quantiques, ainsi que l'informatique ou la photonique quantiques.

« Fondamentalement, nous jouons avec des LEGO atomiques pour modifier les propriétés de certains matériaux, propriétés que nous exploitons ensuite dans de nouvelles technologies, déclare-t-il. Notre laboratoire figure parmi les rares dans le monde à couvrir l'intégralité du processus, depuis la recherche fondamentale jusqu'à la démonstration technologique. Cette caractéristique a non seulement renforcé notre positionnement, mais elle nous a également permis d'obtenir des financements stratégiques pour continuer à développer notre ligne de recherche », déclare le professeur.

Parmi ses récents projets, figure une solution d'imagerie haute performance à base de semi-conducteurs intégrés pour des applications diverses allant des technologies de la défense aux véhicules autonomes et au diagnostic du cancer. Actuellement, son équipe s'engage aussi dans un projet futuriste de transfert d'énergie à longue distance, ouvrant la voie à l'exploitation potentielle de fermes d'énergie solaire dans l'espace.

Les étudiantes et étudiants du Pr Moutanabbir bénéficient d'un large éventail de possibilités :

**« Fondamentalement, nous jouons avec des LEGO atomiques pour modifier les propriétés de certains matériaux, propriétés que nous exploitons ensuite dans de nouvelles technologies. »**

se plonger dans la science fondamentale, résoudre des problèmes d'ingénierie ou se consacrer au développement de nouvelles technologies. « Je souhaite qu'ils prennent le temps de développer leur propre vision et de définir leur ligne de recherche. Mon rôle est de les soutenir dans leur développement pour qu'ils ou elles réalisent leurs ambitions professionnelles. »

Cette façon d'exercer son leadership sans dirigisme peut détonner dans l'univers ultra-compétitif de la recherche, mais le professeur constate qu'elle ne nuit pas au progrès. Bien au contraire, elle favorise l'esprit d'équipe, la créativité et, donc, l'impact réel.

## **RESTER EN MODE LUDIQUE**

« Je n'ai aucune stratégie de carrière à conseiller aux jeunes. Je n'ai jamais rien planifié, j'ai juste dit oui aux propositions. Je crois que le modèle qui résume le mieux ma carrière, c'est d'avoir toujours nourri l'enfant en moi. La vie nous impose un sérieux artificiel, alors que les enfants savent naturellement jouer et explorer le monde autour d'eux, et ils le font avec beaucoup de sérieux. Les imiter permet de vivre avec moins de stress et de s'accomplir avec plaisir dans notre travail. Et pour réussir, il faut juste mettre un peu plus d'efforts là où ça compte et le faire avec persistance, selon ce que m'a dit un jour un sage monsieur qui a eu beaucoup d'influence sur moi », livre le Pr Moutanabbir.

Celui-ci trouve encore le temps de jouer au soccer quatre fois par semaine. Une autre preuve de sa fidélité à sa passion d'enfant !

# L'AÉROSPATIALE DE DEMAIN : RÉSILIENTE ET DURABLE

NOUS CONTRIBUONS  
À SON DÉVELOPPEMENT

EN ÉTROITE COLLABORATION  
AVEC L'INDUSTRIE





CONTRIBUER

FORMATION à ZÉRO  
CŒUR de la transformation

Martin Desjardins, Jean Desj.  
Marie-Chantal Duvall, Virginie Francoeur,  
Jason Gillingham, Annie Groovie  
Audrey Saint-Éloi, Studio Ascètes,  
Théâtre L.N.K., Bernard Voyer



Sophie Bernard, professeure en économie de l'environnement (gauche), et Virginie Francoeur, professeure en gestion du changement (droite), toutes deux au Département de mathématiques et de génie industriel

# Science, art et écoresponsabilité

Par Catherine Florès

L'une s'adresse à la raison, l'autre aux émotions. Mais la science comme l'art questionnent le monde. Alliés, ils peuvent devenir un puissant vecteur de transmission des connaissances et de changement des comportements. Virginie Francoeur, professeure en gestion du changement, et Sophie Bernard, professeure en économie de l'environnement, toutes deux au Département de mathématiques et de génie industriel, en ont fait le pari avec l'exposition collective *Zér0 : Les arts au cœur de la transformation écologique*. Accueillie à la Biosphère du 25 novembre au 1<sup>er</sup> avril derniers, cette manifestation a présenté 10 œuvres inspirées d'une étude sur la réduction des emballages de plastique et essentiellement conçues à partir de matériaux recyclés ou récupérés.

## UN OVNI DANS LE MONDE SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE

« Nous souhaitons rendre accessibles à un plus vaste public les résultats de l'étude pancanadienne menée avec Équiterre sur la transition vers le zéro déchet chez les détaillants, à laquelle nous avons collaboré. Or, durant mon doctorat, j'avais déjà organisé une exposition reliant la science et les arts, et je cherchais à réitérer l'expérience. J'ai eu l'intuition que ce projet avec Équiterre se prêterait bien à un concept similaire », rapporte la P<sup>re</sup> Virginie Francoeur, qui baigne depuis toujours dans le milieu des arts et est elle-même poète, écrivaine et réalisatrice. La bonne réception publique de son poème inspiré par le projet l'a encouragée à poursuivre ce projet.

« Nous pensons que cette rupture avec la diffusion traditionnelle des résultats de recherche peut démocratiser l'accès à la connaissance, poursuit-elle. En effet, la science, bien qu'essentielle, peine à elle seule à toucher pleinement le cœur et l'esprit du grand public, souvent peu familiarisé avec le langage des publications académiques. L'art offre un canal unique pour susciter des émotions et éveiller la sensibilité. Les associer augmente notre pouvoir de changer les perspectives, d'inspirer des actions et de créer des liens avec des auditoires variés au-delà du monde universitaire. »

Sous leurs casquettes de commissaires de l'exposition se trouvaient toujours deux têtes de scientifiques, qui ont considéré l'exposition elle-même comme un objet de recherche. « Nous avons intégré un troisième volet à notre projet : étudier l'impact de l'exposition sur l'adoption de comportements écoresponsables chez ses visiteurs, explique la P<sup>re</sup> Sophie Bernard. Comme il existe encore peu de moyens d'évaluer les initiatives à la jonction de la science et des arts, nous avons développé des outils de mesure adaptés à ce contexte. Notamment, des sondages, destinés aux visiteurs de l'exposition, nous ont permis de recueillir des données sur leurs habitudes et convictions environnementales, leur niveau d'éco-anxiété ainsi que les émotions ressenties au cours de la visite. Ces données nous permettront d'évaluer leur implication et, nous l'espérons, de déterminer quels mécanismes font de la proposition artistique un outil efficace de communication



© Caroline Perron

Exposition collective Zér0 : Les arts au cœur de la transformation écologique.

scientifique et un vecteur de changement vers des comportements écologiques. »

Les professeures ont obtenu, pour leur projet, l'appui de Polytechnique et de sa Fondation et Alumni, ainsi que celui du Conseil de recherches en sciences humaines, du Réseau de recherche en économie circulaire du Québec, des Fonds de recherche du Québec, d'Équiterre et du Centre interdisciplinaire de recherche en opérationnalisation du développement durable. Elles ont également reçu l'accord d'Espace pour la vie Montréal pour installer l'exposition à la Biosphère.

Avec leur équipe de recherche, elles ont déployé une folle énergie pendant plus d'un an pour trouver et encadrer les artistes, superviser la mise en place de l'exposition et développer les protocoles de l'étude. « Nous avons été chanceuses, tout s'est enclenché sans trop d'accrocs et nous avons bénéficié d'une collaboration remarquable de l'équipe de la Biosphère, ainsi que des artistes et des équipes techniques impliquées dans

la muséographie, témoigne la P<sup>re</sup> Bernard. Il faut dire que Virginie possède le talent exceptionnel de rassembler les gens! »

## **DIVERSITÉ ET ENGAGEMENT ARTISTIQUES**

Sculpture, vidéo, photo, installation, BD... Les artistes recrutés pratiquent des disciplines fort variées, mais partagent une conscience environnementale aiguë et utilisent dans leur démarche des matériaux récupérés.

Au total, 10 artistes et collectifs ont participé : Martin Beauregard, Jean Désy, Marie-Chloé Duval, Jason Gillingham, Annie Groovie, Rodney Saint-Éloi, Studio Ascètes, Théâtre I.N.K. et Bernard Voyer, ainsi que la P<sup>re</sup> Francoeur elle-même. « Tous les artistes avaient carte blanche pour créer à partir du rapport d'Équiterre, précise cette dernière. Certains se sont directement inspirés de ce qu'ils ont lu dans le rapport, d'autres ont plutôt travaillé sur ce que leur évoquent la crise climatique et les enjeux du zéro déchet. »



© Caroline Perron

## EFFETS DURABLES

Au cours des prochains mois, les données recueillies auprès des visiteurs seront analysées par des étudiants à la maîtrise.

Afin de faire perdurer l'impact de l'exposition, les Pr<sup>es</sup> Bernard et Francoeur ont confié à un étudiant la création du site Web [expositionzero.ca](http://expositionzero.ca). Elles prévoient aussi de faire un retour d'expérience à l'automne prochain avec les artistes.

« Que ce soit à titre de scientifique, d'étudiant, d'artiste ou de simple visiteur, chaque personne ayant participé à cette expérience a été, je le crois, profondément marquée par celle-ci. Je pense que les effets en seront durables, témoigne Virginie Francoeur. Quant à moi, c'est sans doute le projet qui m'a le plus allumée dans ma carrière scientifique à ce jour. »

Sa collègue partage son enthousiasme : « C'était la première fois que j'explorais l'univers des arts par le prisme d'un projet de recherche. J'ai trouvé l'expérience des plus rafraîchissantes. Elle a fait tomber des barrières et m'a apporté de nouvelles pistes de réflexion pour ma discipline des sciences économiques. »

## REPOUSSER LES LIMITES DU POSSIBLE

Les deux professeures souhaitent que leur initiative pave la voie à ce type de démarche de recherche-création pour Polytechnique. « À travers le soutien qu'elle nous a manifesté, nous avons ressenti l'ouverture de Polytechnique à l'intégration d'une dimension artistique dans des projets de génie, conclut la Pr<sup>e</sup> Francoeur. Nous avons le sentiment que tout est désormais possible, et c'est très motivant. »

*« L'art offre un canal unique pour susciter des émotions et éveiller la sensibilité. [Associer science et art] augmente notre pouvoir de changer les perspectives, d'inspirer des actions et de créer des liens avec des auditoires variés au-delà du monde universitaire. »*



© Caroline Perron



# Nos projets intégrateurs mis en lumière dans une publication internationale

***Prototyper pour renforcer l'expérience d'apprentissage***, récemment édité par les Presses polytechniques et universitaires romandes, consacre un chapitre complet à la culture des projets intégrateurs à Polytechnique Montréal.

L'ouvrage est co-dirigé par Lina Forest, qui a dirigé le Bureau d'appui et d'innovation pédagogique (BAIP) de 2006 à 2022, et par Hervé Barras, professeur à la Haute école pédagogique du Valais. Il explore le rôle du prototypage pédagogique (consistant à tester des idées ou compétences dans un contexte pratique pour favoriser l'apprentissage) dans l'enseignement supérieur à l'aide de dix exemples concrets.

« Emmanuel Sylvestre, directeur du Centre de soutien à l'enseignement (CSE) à l'Université de Lausanne, et Stéphane Guillet, conseiller pédagogique à PerForm et enseignant de mécanique à Grenoble INP-Ense<sup>3</sup>, ont lancé une collection, « Pédagogies en pratique », et nous ont recrutés, Hervé Barras et moi, à l'automne 2020 pour diriger le premier ouvrage de la collection. Nous avons fait un appel à contributions dans notre réseau universitaire en Belgique, en Suisse, en France et au Québec. Je me réjouis que ce livre soit en accès libre pour rejoindre le plus d'enseignants possible. Je souhaite qu'il les inspire à se lancer dans cette aventure très riche pour la communauté étudiante », déclare Lina Forest, retraitée

de Polytechnique, mais demeurée active dans le domaine de l'évaluation de projets pédagogiques dans le réseau universitaire francophone.

Celle-ci souligne la notoriété internationale de Polytechnique en matière d'approches pédagogiques innovantes pour l'enseignement du génie. Un de ses principaux artisans en a été Richard Prigent, ancien directeur du Service de pédagogie universitaire devenu le BAIP à Polytechnique Montréal. Pendant près de 30 ans, ce visionnaire a œuvré à la valorisation et à l'amélioration de l'enseignement, permettant la mise en place d'une véritable culture pédagogique.

## **GROS PLAN SUR L'EXPÉRIENCE DE LA CONCEPTION EN GÉNIE**

Le chapitre *Une culture de projets intégrateurs en formation d'ingénieurs* a été co-écrit par les maîtres d'enseignement Anouk Desjardins (génies civil, géologique et des mines), Patrice Farand (génie chimique) et Daniel Spooner (génie mécanique), avec l'appui de la conseillère pédagogique Catherine Carré et de Lina Forest.

Il présente à la fois une synthèse de près de vingt années de développement de projets intégrateurs à Polytechnique et un récit de pratique à partir de trois exemples concrets dans des programmes de génie différents et à des années différentes du cursus du baccalauréat.

**« La réflexion sur les enjeux de durabilité, ainsi que les impacts sociaux des projets intégrateurs prendront certainement une place de plus en plus prépondérante dans les prochaines années. »**

« La rédaction de ce chapitre offrait une excellente opportunité de mettre en lumière les succès de Polytechnique en matière de pédagogie. En particulier, elle permettait de mettre de l'avant notre approche-programme, l'une de nos grandes forces. Cette approche organise l'ensemble des cours autour de la création d'un projet de formation commun, élaboré en collaboration par toute l'équipe enseignante. Elle suit une logique progressive, tant en termes de difficulté que d'autonomie, pour les étudiants. De plus, cette approche permet d'intégrer les différentes notions vues dans les cours », témoigne Patrice Farand.

Peu d'universités incluent un projet intégrateur à chaque année du cursus, et ce, dans tous leurs programmes de génie. Pour les enseignants, cela nécessite une approche différente de celle du cours magistral. « Nous adoptons davantage un rôle de mentor et de guide, avec de nombreux échanges avec les équipes, rapporte Anouk Desjardins. C'est plus engageant, et nous avons moins de contrôle sur le déroulement du cours par rapport à un cours magistral. Il y a toujours des surprises, ce que je trouve fantastique. C'est très exigeant, mais aussi très stimulant! »

## **VERS UN DÉCLOISONNEMENT DES DISCIPLINES**

Les équipes professorales, avec l'appui du BAIP, travaillent, en effet, de concert à adapter leurs pratiques pédagogiques au nouveau profil des ingénieures et ingénieurs et à les aligner sur les préoccupations grandissantes de la société.

À cet égard, l'exercice interdisciplinaire que fut la rédaction collective de ce chapitre préfigure l'évolution qui se dessine. « Nous allons vers des projets intégrateurs de plus en plus interdisciplinaires. Des équipes étudiantes de diverses disciplines de génie vont être amenées à travailler ensemble, et donc, les équipes enseignantes aussi », prévoit M. Farand.

« La réflexion sur les enjeux de durabilité, ainsi que les impacts sociaux des projets intégrateurs prendront certainement une place de plus en plus prépondérante dans les prochaines années », conclut M<sup>me</sup> Desjardins.

# **Prototyper pour renforcer l'expérience d'apprentissage**

Pédagogies en pratique

Sous la direction de  
Hervé Barras et  
Lina Forest

> *Prototyper pour renforcer l'expérience d'apprentissage*, publié par les Presses polytechniques et universitaires romandes





# Nanoparticules précieuses et IA au service du diagnostic du cancer

Par Catherine Florès

Certains se lancent dans l'entrepreneuriat pour devenir leur propre patron ou par goût du défi. Cécile Darviot, elle, l'a fait par attachement à son projet de recherche.

En commençant son doctorat en génie physique sous la direction du Pr Michel Meunier, réputé pour ses réalisations dans les domaines des nanotechnologies et de la plasmonique,

l'étudiante était loin de s'imaginer en future entrepreneure. Elle n'avait alors pour but que de consacrer ses efforts à sa thèse portant sur le développement d'une technique de diagnostic cytopathologique direct en microscopie. Cette technique, basée sur un procédé breveté par l'équipe du Pr Meunier, utilise des nanoparticules d'or ou d'alliage or-argent comme biomarqueurs.

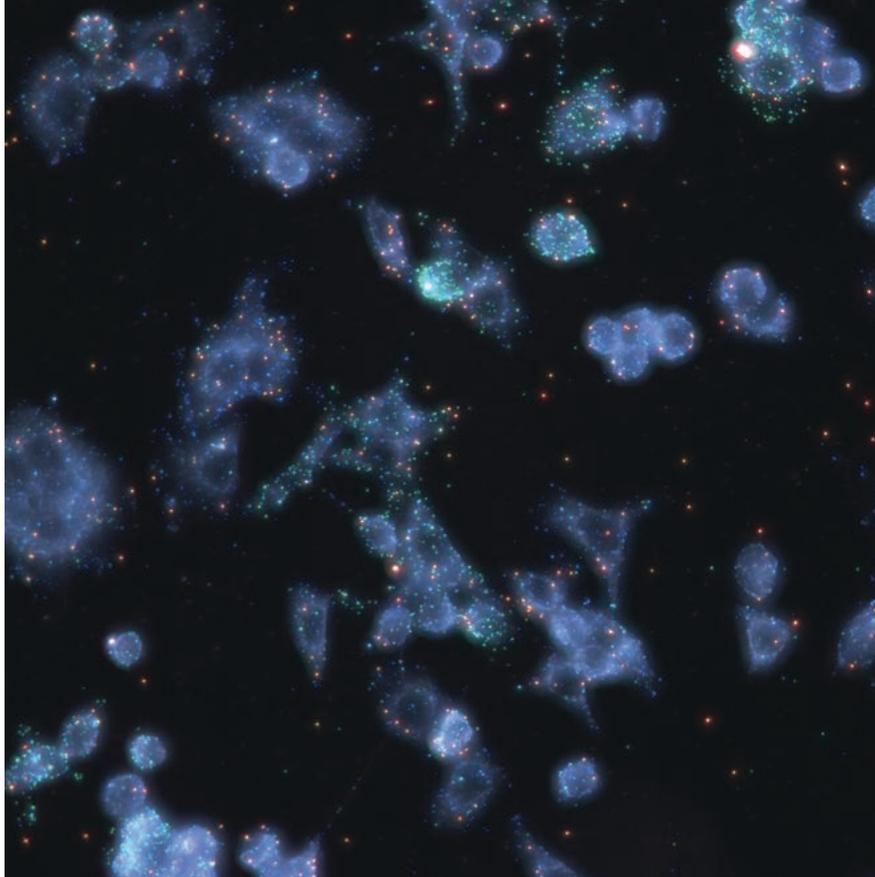
## DISTINGUER DES CELLULES DE CANCER AVEC PRÉCISION

« Nous modifions ces nanoparticules en les associant à des anticorps spécifiques, afin qu'elles ciblent les cellules porteuses des antigènes à identifier sur des échantillons de tissus biologiques. Afin de détecter plusieurs protéines dans le même échantillon, nous utilisons différentes couleurs de nanoparticules. Nous employons un système optique associé à une IA pour interpréter rapidement et précisément les images obtenues. Initialement, ma thèse ne portait que sur l'utilisation de l'imagerie hyperspectrale pour analyser des échantillons après l'injection de nanoparticules, mais, très vite, je me suis intéressée à tous les aspects du projet afin de mieux contrôler le processus », détaille M<sup>me</sup> Darviot.

Le potentiel de ce projet a été confirmé par les collaborations de l'équipe du Pr Meunier avec le milieu clinique, en particulier avec la D<sup>re</sup> Dominique Trudel, pathologiste et chercheuse au CHUM. Celle-ci a entrevu l'intérêt du procédé pour diagnostiquer des cancers.

## CRÉATION DE VEGA BIOIMAGING

« Encouragés par l'intérêt des médecins, nous tenions à faire franchir au projet la distance entre l'innovation scientifique et l'application clinique réelle. La création d'une entreprise nous est apparue comme le moyen de concrétiser cette ambition. Moi, je n'avais jamais songé à l'entrepreneuriat, mais quand le Pr Meunier m'a proposé de m'associer avec lui et Sergiy Patskovsky, associé de recherche à son laboratoire, et de m'occuper de la mise sur pied de l'entreprise, j'ai saisi cette opportunité extraordinaire de donner à ma recherche une finalité très tangible », poursuit Cécile Darviot, qui a suivi à cet effet le parcours du Centech en marge de son doctorat pour s'initier aux arcanes de la création d'entreprise.



Cellules de cancer du sein SK-BR-3 visualisées grâce à la technologie de Vega Bioimaging. En vert : protéine CD44, en bleu : protéine HER2, en orange : protéine EpCAM.

**« Nous modifions ces nanoparticules en les associant à des anticorps spécifiques, afin qu'elles ciblent les cellules porteuses des antigènes à identifier sur des échantillons de tissus biologiques. Afin de détecter plusieurs protéines dans le même échantillon, nous utilisons différentes couleurs de nanoparticules. »**

L'initiative des chercheurs a donné naissance à la jeune pousse Vega Bioimaging, qui vise à offrir une solution novatrice, abordable et efficace, pour améliorer la prédiction d'efficacité des traitements ciblés en oncologie. « Pour le moment, nous concentrons notre solution sur la problématique du cancer du sein, indique M<sup>me</sup> Darviot, présidente-directrice générale de l'entreprise.

**CÉCILE DARVIOT,**  
DOCTORANTE AU  
DÉPARTEMENT DE  
GÉNIE PHYSIQUE ET  
PRÉSIDENTE-DIRECTRICE  
GÉNÉRALE DE  
VEGA BIOIMAGING

**« La détermination de Cécile impressionne. Non seulement elle a exploré différentes disciplines, comme la biologie, la chimie, la nanotechnologie et l'imagerie durant son doctorat, mais elle s'est engagée sur le chemin ardu de l'entrepreneuriat technologique pour concrétiser notre innovation en une application significative pour le traitement du cancer. »**



Michel Meunier, professeur au Département de génie physique

Il existe des traitements qui améliorent la survie de femmes atteintes d'un cancer du sein surexprimant un certain gène. Mais actuellement, la méthode pour déterminer si une patiente peut bénéficier de ce traitement manque de précision, en particulier dans les cas limites. Notre méthode de détection peut réduire le taux d'erreur, et ainsi augmenter les chances de succès des traitements. »

Plusieurs entreprises, dont Photon ETC et Object Research Systems, collaborent au développement de cette technologie qui, en plus d'améliorer l'efficacité des analyses, promet des économies significatives pour le système de santé.

### **LE VENT EN POUPE**

« La détermination de Cécile impressionne. Non seulement elle a exploré différentes disciplines, comme la biologie, la chimie, la nanotechnologie et l'imagerie durant son doctorat, mais elle s'est engagée sur le chemin ardu de l'entrepreneuriat technologique pour concrétiser notre innovation en une application significative pour le traitement du cancer », déclare le Pr Meunier.

Celui-ci a vu son projet de recherche collaborative mené avec Vega Bioluminescence et le CHUM recevoir en mars dernier une subvention totale de plus de 500 000 \$ octroyée dans le cadre du programme SynergiQc du CQDM. Ce coup de pouce permettra à l'équipe de mener une étude clinique de grande envergure sur une banque de tissus provenant de patientes. Avec cette preuve de concept, la jeune pousse pourrait se positionner comme une entreprise émergente à fort potentiel dans le domaine des tests diagnostiques.

**« Comment rétablir la communication entre le cerveau et les membres après une paralysie ?**

L'intelligence artificielle nous aide à résoudre ce défi lorsque nous concevons des solutions personnalisées pour traiter les atteintes de la moelle épinière selon les besoins spécifiques des patients. »

**Marco Bonizzato** | Professeur adjoint  
Département de génie électrique



**Avec l'intelligence artificielle nous innovons pour les humains.**

**polymtl.ca**



EXPLORER

L'équipe d'Astropoly

Le 8 avril dernier à 14 h, toute la communauté polytechnicienne a levé les yeux au ciel. En effet, qui aurait voulu manquer le spectacle grandiose de l'éclipse solaire totale annoncée ce jour-là? « C'était celle du siècle! Un moment unique dans notre vie! Et par chance, notre campus s'est trouvé exactement dans la bande de totalité de l'éclipse », s'enthousiasme Mohamed Amine, directeur d'Astropoly, le comité étudiant d'astronomie et d'astrophysique de Polytechnique.

### **UN GRAND MOMENT D'ÉMOTION COLLECTIVE**

Afin que le public puisse savourer pleinement cette éclipse, qui ne se reproduira pas à Montréal avant 2205, l'équipe d'Astropoly a animé une activité d'observation spéciale sur le campus et distribué gratuitement des lunettes d'éclipse.

« Cela faisait un an que nous planifions notre intervention, mentionne Mohamed. Nous souhaitons guider le public dans l'observation des différents phénomènes. Par exemple, pendant 77 secondes, la Lune s'est interposée entièrement entre le Soleil et la Terre. Dans cet intervalle, la couronne solaire était observable à l'œil nu. Il y a eu un crépuscule

# Astropoly : goûter au vertige de l'infini

Par Catherine Florès

de 360 degrés et des planètes rendues visibles en pleine journée. Nous avons collectivement vécu un grand moment d'émotion face à un tel spectacle. »

Astropoly a également diffusé des vidéos de vulgarisation sur ses réseaux sociaux dans les semaines précédentes, afin d'aider le public à se préparer à l'événement.

### **UNE PASSION À PARTAGER**

Fondé en 2017 par Mohamed Amine et une poignée d'étudiants passionnés par l'astronomie, Astropoly propose toute l'année des activités d'observation des astres destinées aux amateurs comme aux néophytes. « Nous possédons trois télescopes, dont un solaire, acquis grâce à un fonds de soutien pour les activités étudiantes. Nous avons aussi depuis peu une caméra spéciale pour nos ateliers d'astrophotographie », mentionne Mohamed.

Astropoly organise également des conférences données par des experts, dont certains membres de l'Agence spatiale canadienne. « Ces événements donnent l'occasion de réseauter avec ces professionnels. Il est ainsi arrivé que des étudiants soient recrutés pour des stages. » À l'approche du 8 avril, le comité



Mohamed Amine, doctorant en génie biomédical,  
directeur d'Astropoly

a consacré ses conférences à des thèmes liés aux éclipses solaires : photographie des éclipses solaires, éclipsologie culturelle, guide pratique d'observation, histoire des éclipses solaires, de Babylone à l'ère spatiale.

Astropoly, qui a pour partenaires des organismes réputés dans le domaine de l'astronomie, tels que l'Institut Trottier de recherche sur les exoplanètes (iREx), prend part à leurs côtés à des événements d'ampleur. Ainsi, le comité était co-organisateur de la Conférence spatiale canadienne avec SEDS Canada et PolyOrbite 2023, tenue pour la première fois à Polytechnique en 2023. L'événement a réuni une trentaine de conférenciers de haut calibre, dont le Pr René Doyon, directeur de l'Observatoire du Mont-Mégantic et de l'iREx, désigné Scientifique de l'année 2022 par Radio-Canada. Le succès de cette activité a valu à Astropoly le prix de l'innovation de l'année 2023 au Gala de l'implication de l'Association étudiante de Polytechnique.

### **FASCINATION DEPUIS L'ENFANCE**

Mohamed Amine a la tête dans les étoiles depuis son enfance marocaine. « Mon père

*« Lorsque j'observe des cellules au microscope, j'éprouve la même émotion que lorsque je contemple le ciel au télescope. Scruter ces deux univers aussi vertigineusement complexes émerveille, rend humble et alimente la curiosité scientifique, car chaque observation induit mille questions. »*

m'avait emmené à une soirée d'astronomie grand public lorsque j'avais huit ans. J'avais pu y observer Jupiter. Dès cet instant, j'étais mordu. Quelques années plus tard, je suis devenu responsable du volet jeunesse du club d'astronomie de ma ville. »

Contre toute attente, il a entrepris des études de médecine. Une fois diplômé, il s'est toutefois réorienté vers le génie biomédical, par désir de maîtriser les technologies afin de contribuer aux avancées médicales. Aujourd'hui au doctorat sous la direction du Pr Samuel Kadoury à Polytechnique et du Dr Simon Turcotte au CHUM, il se consacre au développement d'outils de pronostic de survie des patients atteints de cancer colorectal, en utilisant l'intelligence artificielle.

*« Lorsque j'observe des cellules au microscope, j'éprouve la même émotion que lorsque je contemple le ciel au télescope. Scruter ces deux univers aussi vertigineusement complexes émerveille, rend humble et alimente la curiosité scientifique, car chaque observation induit mille questions. »*

L'équipe du *Polyscope*

# *Le Polyscope,* toujours à la page

Par Catherine Florès

Depuis 1967, *Le Polyscope*, journal de l'Association étudiante de Polytechnique, informe sa communauté sur l'actualité de l'établissement, en toute indépendance. Selon sa page *Wikipédia*, il serait le doyen des journaux étudiants universitaires du Québec. Mais comme tous les médias imprimés qui veulent continuer à rayonner, il opère aujourd'hui une mue. Témoin et acteur de cette transformation, son rédacteur en chef Alexandre Warin, étudiant en 4<sup>e</sup> année de baccalauréat en génie chimique, s'est prêté au jeu d'une entrevue pour s'exprimer sur les défis de son journal et sur sa propre passion pour l'information.

## **EXIGENCE ET SAVOIR-FAIRE**

« Depuis mon entrée à Polytechnique, je m'intéresse à la façon dont l'information se diffuse au sein de sa communauté étudiante. Je considère que les médias étudiants tiennent une place primordiale dans l'écosystème d'une université. Ils constituent une complémentarité essentielle aux communications de l'établissement par leur vision critique sur l'actualité

universitaire et leur exigence de transparence, et aussi par le regard qu'ils posent sur des choses parfois ignorées par les autres médias, mais d'intérêt pour notre communauté étudiante », déclare Alexandre.

Réputé pour sa liberté de ton, *Le Polyscope* traite d'une grande variété de sujets, dans un style où le sérieux côtoie l'humour, voire une certaine impertinence. L'équipe à la manœuvre de la production vit une expérience riche en apprentissages, rapporte le rédacteur en chef. « Nous nous formons à l'écriture journalistique, au graphisme, à l'illustration, à la caricature. Nous apprenons à confronter nos idées à celles des autres et à développer un esprit d'analyse. C'est aussi l'occasion de développer notre sensibilité aux défis liés à la création et à la diffusion d'informations, tout en cultivant notre esprit critique à ce sujet. Nous sommes également en constante recherche de solutions, tant pour la création que pour la gestion. Nous avons à prioriser les projets, à apprendre à gérer des

échéances et nos ressources, à appliquer une bonne méthodologie... Bref, c'est une mise en pratique de certaines notions enseignées dans nos cours de génie! »

## PLATEFORME D'INFORMATION NUMÉRIQUE

Sans surprise, le défi majeur de l'équipe du *Polyscope* est de trouver comment rendre l'information accessible et intéressante pour son lectorat. « Rejoindre la communauté étudiante est aujourd'hui plus difficile en raison de la saturation des canaux de communication, constate Alexandre. Pour maintenir notre rôle, nous avons entrepris une transformation majeure de notre journal en exploitant les possibilités offertes par la technologie. Face à l'augmentation des coûts d'impression, notre publication papier, autrefois bimensuelle, est devenue trimestrielle en 2023. En parallèle, nous avons transité vers le numérique avec notre nouvelle plateforme Web, enrichissant nos contenus par l'ajout de médias variés tels que des vidéos de reportages ou de vulgarisation. Nous avons également renforcé la présence du *Polyscope* sur les médias sociaux. Cette métamorphose ne nous cantonne plus à un simple journal, mais nous positionne désormais comme un média à part entière, offrant de stimulantes occasions d'explorer de nouvelles formes de narration journalistique qui fouettent notre créativité. »

L'équipe du *Polyscope* a également porté sa réflexion sur les contenus de son média. Elle a défini quatre principaux thèmes à mettre en avant : vie étudiante, affaires universitaires, recherche et technologie, culture et société.

## UNE DÉMARCHE SAINTE

Au cours de cette évolution, *Le Polyscope* a su conserver son ADN. Sa démarche journalistique rigoureuse et ses contenus présentant une diversité de points de vue demeurent, souligne Alexandre. « Nous ne recherchons pas le divertissement ou le scoop à tout prix. Nous tenons à garder notre milieu d'études engageant et à préserver, dans



**ALEXANDRE WARIN,**  
ÉTUDIANT EN 4<sup>e</sup> ANNÉE  
DE BACCALAURÉAT EN  
GÉNIE CHIMIQUE ET  
RÉDACTEUR EN CHEF  
DU *POLYSCOPE*

tous les cas, l'intégrité de notre démarche journalistique. »

Les rétroactions positives émanant d'étudiants, d'employés, de cadres ou d'autres acteurs du milieu universitaire confirment que les publications rejoignent les intérêts de son lectorat. « Nous recevons également des propositions de collaborations qui nous confirment, elles aussi, l'attachement de la communauté universitaire à notre journal », estime Alexandre.

Celui-ci souligne que sa passion de rédacteur en chef se nourrit également de voir son équipe de collaborateurs évoluer en découvrant tous les rouages de la mission d'informer. « Cette mission nécessite de rassembler une variété de talents, en plus de celui pour l'écriture : vidéo, graphisme, développement Web, réseaux sociaux, logistique, etc. Chacun de nous apprend à mettre en lumière des sujets et à répondre aux questions que se posent nos lecteurs, voire aux questions pas encore formulées. Une expérience fascinante pour nous tous. »



© Avril Franco

# Être responsable

Par Guillaume Paré, conseiller au directeur et personne chargée de la conduite responsable en recherche,  
Direction de la recherche et de l'innovation

**« Prends tes  
responsabilités! »**

**« Je ne suis pas  
responsable de ça. »**

**« Il faut les  
responsabiliser  
un “ti-peu”... »**

Combien de fois avez-vous entendu ces expressions souvent prononcées avec une pointe de colère et suivies d'un long soupir? Mais qu'est-ce que la responsabilité? Que signifient prendre ses responsabilités et être responsable? Peut-on responsabiliser les personnes?

La responsabilité, fil conducteur de nos actions personnelles et professionnelles, se révèle un concept complexe dépassant la simple notion déontologique ou juridique. Je la considère comme l'un des piliers – avec le courage et la confiance – sur lesquels repose l'intégrité!

## « Le temps ne fait rien à l'affaire »

– Georges Brassens

Hannah Arendt propose une définition d'ordre éthique pertinente. Selon elle, la responsabilité émerge de notre capacité à réfléchir sur soi, mais dans la perspective de l'autre : « La question n'est jamais de savoir si un individu est bon, mais si sa conduite est bonne pour le monde dans lequel il vit. C'est le monde et non le soi qui est au centre de l'intérêt. »

Par-delà notre impact, Arendt préconise une réflexion incessante sur les règles morales, les valeurs et les normes qui influencent nos actions, puisqu'elles « peuvent changer en une nuit » afin de porter atteinte au bien commun. Arendt, philosophe juive allemande, a théorisé sur la *banalité du mal*, mettant en lumière les dangers d'une application de règles bancales à l'occasion du procès d'Adolf Eichmann, nazi responsable de la logistique de la Shoah. « En protégeant les gens contre les périls de l'examen<sup>2</sup>, cela leur enseigne à tenir à tout ce que les règles de conduite admises prescrivent à une époque donnée dans une société donnée. [...] En d'autres termes, ils se sont faits à ne jamais se faire d'avis », souligne-t-elle. Ainsi, être responsable consiste à exercer son esprit critique, douter et se questionner sur ce qui oriente notre conduite.

Peut-on alors « être responsable » en cas d'inaction ou d'un acte commis sous la menace ? Vaste sujet ! Les juristes estiment que tout dépend des circonstances et de l'intention (la fameuse *mens rea*) ; les éthiciens, des conditions et conditionnements de l'action puis de la volition. Pensons aux cas de « non-responsabilité criminelle pour cause de troubles mentaux » ou de clémence envers des actes de légitime défense dans un contexte de violence conjugale.

Enfin, peut-on attribuer les malheurs aux personnes ou les en rendre responsables ? Selon l'éthicien Guy Bourgeault, imputer la responsabilité à des circonstances incontrôlables n'a pas de sens. Par exemple, la santé dépend largement de déterminants sociaux tels que l'économie, le social et le politique, sur lesquels la personne a peu d'influence, comme les écarts de 10 ans dans l'espérance de vie entre quartiers défavorisés et quartiers aisés de Montréal.

À quiconque s'exclamerait « Ils ont juste à se responsabiliser... », nous pourrions répondre : « Ne subissent-ils pas les contrecoups de notre propre conduite collective, de notre propre irresponsabilité individuelle envers le collectif ? » Bourgeault parle d'une « responsabilisation déresponsabilisante », bel oxymore. Situation pertinemment évoquée par les Colocs : « Y a l'Armée du Salut, pourquoi tu vis dans rue ? / Ben passe-moé la puck pis j'vas en compter des buts ! »

Bref, être responsable requiert non seulement des ressources et des compétences, mais surtout la volonté de réfléchir à l'impact de nos actions, discours, décisions, ainsi qu'à l'influence des règles et des valeurs, sur autrui.

---

1. La perspective sur l'intégrité professionnelle à laquelle je me réfère ici a été présentée à plusieurs occasions dans le cadre de cours, de conférences et, sous peu, paraîtra dans un essai dans la *Revue canadienne de bioéthique*, sous le titre « Neuf conseils pour un éthicien tout neuf ».

2. Par « examen », Arendt se réfère à Socrate et à son approche basée sur le dialogue qui consiste à examiner les actions et les dires des personnes afin qu'elles sondent leur « âme ». Cette approche découle de sa maxime « connais-toi toi-même ».

### Références

ARENDR, H.  
*Eichmann à Jérusalem. Rapport sur la banalité du mal*. Saint-Amand : Folio histoire – Gallimard, 2002.

ARENDR, H.  
*Responsabilité et jugement*. Payot, (2005).

BOURGEAULT, G.  
Et si toutes ces règles incitaient à la fraude...  
*Éthique publique*, 2(2) (2000), doi:<https://doi.org/10.4000/ethiquepublique.2660>.

BOURGEAULT, G.  
*Éthiques : Dit et non-dit, contredit, interdit*. Presses de l'Université du Québec, (2004).

BRASSENS, G.  
*Le temps ne fait rien à l'affaire*, (1961). [Enregistré par G. Brassens]

FORTIN, A.  
*Passe-Moé La Puck*, (1993). [Enregistré par Les Colocs]



DONNER

## ÇA SE PENSE À POLY!

IMAGINER LES  
150 PROCHAINES  
ANNÉES



**Avec tout ce qui se passe dans le monde,  
ça prend des ingénieures et ingénieurs  
pour penser à des solutions —  
et il s'en pense des choses à Poly.**

Ça fait 150 ans qu'on se projette dans l'avenir  
pour mieux former et transformer.  
150 ans qu'on a la tête dans les nuages et les pieds sur terre.  
150 ans qu'on a un impact mondial du haut du mont Royal.

Et pour continuer de nous attaquer aux enjeux de société,  
nous devons commencer par repenser notre métier.

De la relève à la recherche. Du campus au cursus.  
De la théorie au terrain. De la technologie à l'écologie.  
De l'expertise technique à l'esprit critique.

**On a beaucoup à faire. Et on est les mieux placés pour le faire.  
Pour passer à l'action, nous avons besoin de vous.**

**Car c'est ensemble que nous réaliserons nos ambitions.**



FONDATION ET ALUMNI  
DE POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL

# La campagne philanthropique « Ça se pense à Poly! »

La campagne **ÇA SE PENSE À POLY**, lancée à l'occasion du 150<sup>e</sup> anniversaire de Polytechnique Montréal le 20 novembre 2023, a pour objectif de recueillir **150 millions de dollars** d'ici 2028. Une somme essentielle pour transformer la formation en génie, élargir la portée de la recherche scientifique, et placer les problématiques sociétales au cœur de notre mission. **Grâce à cette campagne, nous sommes prêts à relever des défis toujours plus grands, afin de façonner ensemble le génie de demain.**

Pour y parvenir, nous nous sommes entourés de **personnes exceptionnelles** à la hauteur de nos ambitions.

Nous remercions très chaleureusement ces grands philanthropes, entrepreneures et entrepreneurs à succès, leaders modèles et pour beaucoup d'entre eux, diplômé(e)s de Polytechnique Montréal, qui ont à cœur d'outiller les ingénieures et ingénieurs de demain.

# UN CABINET DE CAMPAGNE EXCEPTIONNEL

## PRÉSIDENTE HONORIFIQUE



*« Déterminés à accroître notre impact sur la société de demain, nous avons établi les plans d'avenir de Polytechnique Montréal en fonction de trois chantiers stratégiques qui reflètent notre engagement à répondre aux nouveaux enjeux sociétaux et à former une relève audacieuse capable de les affronter. »*

– **Pierre Lassonde**, Po 71

Président du conseil d'administration de Polytechnique Montréal  
Président honorifique de la Campagne majeure

## COPRÉSIDENTE



**Vanessa Cherenfant**  
Po 2008  
Via Rail



**Germain Lamonde**  
Po 83  
EXFO



**Suzanne Demeules**  
Po 92  
CIMA+



**Serge Gendron**  
Po 73  
Groupe AGF

## MEMBRES DU CABINET DE CAMPAGNE



**Pierre Ancitil**  
Po 83  
Axiom Infrastructure



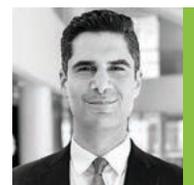
**Normand Brais**  
Po 82  
Sanuvox Technologies



**Maud Cohen**  
Po 96  
Polytechnique Montréal



**Robert Panet-Raymond**  
Po 65  
Administrateur  
de sociétés  
Membre honorifique



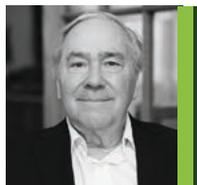
**Harout Chitilian**  
Po 2004



**Michel R. Dagenais**  
Po 83  
Polytechnique Montréal



**Nathalie  
de Marcellis-Warin**  
Po 72  
Polytechnique Montréal



**Guy Drouin**  
Po 72  
Biothermica Technologies



**Pierre Dufour**  
Po 75



**Marie-Claude Dumas**  
Po 93  
WSP Canada



**Camille Gagnon**  
Po 70  
Innovitech



**Kévin Lacasse**  
Po 2022  
Accenture



**Francis Pomerleau**  
Po 91  
Pomerleau

# TROIS CHANTIERS STRATÉGIQUES

ÇA SE PENSE À POLY est la plus audacieuse campagne philanthropique jamais réalisée par notre établissement. Elle est fondée sur trois chantiers stratégiques :



En poussant la recherche plus loin pour développer des solutions concrètes et résilientes aux défis de demain



En transformant notre parcours et nos pratiques d'enseignement pour former une communauté d'ingénieures et ingénieurs engagés



En créant un environnement plus vert et plus inspirant pour cultiver la collaboration et stimuler l'innovation

C'est avec ces chantiers en tête que nous faisons appel à toute la communauté polytechnicienne pour assurer l'avenir des nouvelles générations.

**Ensemble, à Polytechnique Montréal, nous pouvons former des ingénieures et ingénieurs responsables qui développeront des solutions aux enjeux de notre société. Ensemble, nous pouvons façonner le monde de demain.**

> DÉCOUVREZ-EN PLUS  
SUR LA CAMPAGNE  
ÇA SE PENSE À POLY  
[campagne.polymtl.ca](http://campagne.polymtl.ca)



DONNER

De gauche à droite : Benoît Dupont, professeur de criminologie à l'Université de Montréal et directeur adjoint, Politiques publiques de l'Institut multidisciplinaire en cybersécurité et cyberrésilience (IMC<sup>2</sup>); Marc Gervais, directeur exécutif de l'IMC<sup>2</sup>; Isabelle Péan, présidente-directrice générale de la Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal; François Bertrand, directeur de la recherche et de l'innovation de Polytechnique Montréal; Robert Shield, directeur, Développement logiciel de Google Chrome; Alina Maria Dulipovici, professeure agrégée au Département de technologies de l'information de HEC Montréal et directrice adjointe, Formation de l'IMC<sup>2</sup>; Nora Boulahia Cuppens, professeure titulaire au Département de génie informatique et génie logiciel de Polytechnique Montréal et directrice adjointe, Recherche de l'IMC<sup>2</sup>; Frédéric Cuppens, professeur titulaire au Département de génie informatique et génie logiciel de Polytechnique Montréal et directeur de l'IMC<sup>2</sup>; Gwenaëlle Thibaut, directrice, Développement des affaires, Europe francophone de Montréal International.

# Google donne 1,3 M\$ pour soutenir l'IMC<sup>2</sup>

Le 25 janvier, Google.org a posé un jalon significatif en annonçant qu'elle remettait un don de 1,3 M\$ à la Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal pour soutenir l'Institut multidisciplinaire en cybersécurité et cyberrésilience (IMC<sup>2</sup>). Ce don, le plus important que Polytechnique Montréal ait reçu de Google, va permettre aux chercheuses et chercheurs de l'IMC<sup>2</sup> de piloter des initiatives cruciales face aux cyberrisques mondiaux en constante augmentation.

La cybersécurité est devenue une préoccupation majeure en raison des menaces sophistiquées qui émanent de sources nationales et de cybercriminels de toutes tailles. C'est en réponse à ce besoin impératif que Polytechnique Montréal, instigatrice du projet, en collaboration avec l'Université de Montréal et HEC Montréal, a lancé l'IMC<sup>2</sup> le 18 mai 2023. L'Institut administré par Polytechnique représente un des projets phares de la campagne majeure *Ça se pense à Poly*.

L'IMC<sup>2</sup> se structure autour de quatre piliers clés : la recherche, la formation, les politiques publiques et l'innovation. Selon Marc Gervais, directeur exécutif, « l'IMC<sup>2</sup> offre maintenant à la société la capacité de lancer des initiatives universitaires rassembleuses au sein d'une structure multidisciplinaire mettant l'accent sur la complémentarité des expertises, et d'aller au-delà de la recherche et de l'enseignement ». En collaboration étroite avec des partenaires de terrain tels que Google.org, les membres de l'IMC<sup>2</sup> s'appliquent à résoudre des problèmes complexes liés à la cybersécurité tout en développant la capacité à anticiper les enjeux futurs.

Isabelle Péan, présidente-directrice générale de la Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal, a souligné l'importance du don de Google en déclarant : « Ce geste visionnaire revêt une importance toute particulière, car il est le premier don substantiel de l'année qui s'inscrit dans le cadre de notre grande campagne philanthropique. Cette contribution exceptionnelle nous donne de l'élan et nous permet de réaffirmer l'engagement de la communauté polytechnicienne à contribuer activement aux enjeux sociétaux. La vision et la générosité de Google.org, qui soutiennent les objectifs de l'IMC<sup>2</sup>, permettent plus largement à Polytechnique Montréal de promouvoir des initiatives cruciales pour la société de demain. »

François Bertrand, directeur de la recherche et de l'innovation à Polytechnique Montréal, s'est joint à Madame Péan afin de souligner le rôle essentiel de la philanthropie dans le milieu scientifique : « Google.org fait partie de ces grandes entreprises qui nous accompagnent jour après jour pour nourrir la recherche et la créativité. Grâce à elles, nous pouvons offrir à nos professeures et professeurs, à nos chercheuses et chercheurs toujours plus de moyens d'explorer de nouvelles avenues propices à l'émergence d'innovations. »

Cet engagement de Google.org permettra à l'IMC<sup>2</sup> de déployer des solutions concrètes pour sensibiliser la société à la cybersécurité, mettre en œuvre une plateforme sécurisée de partage de données, et stimuler la croissance économique et les occasions d'emploi. En collaboration avec ses partenaires, l'Institut veut jouer un rôle fort dans la stimulation des initiatives d'entrepreneuriat et dans la promotion et le rayonnement de projets entrepreneuriaux innovants en cybersécurité.

La Fondation et Alumni de Polytechnique Montréal exprime sa sincère gratitude envers Google.org qui, par sa vision et sa générosité, soutient les objectifs de l'IMC<sup>2</sup> et permet à Polytechnique Montréal de promouvoir des initiatives stratégiques de sa campagne majeure, notamment en entrepreneuriat et en recherche.

**« Ce geste visionnaire revêt une importance toute particulière, car il est le premier don substantiel de l'année qui s'inscrit dans le cadre de notre grande campagne philanthropique. Cette contribution exceptionnelle nous donne de l'élan et nous permet de réaffirmer l'engagement de la communauté polytechnicienne à contribuer activement aux enjeux sociétaux. »**

**> POUR FAIRE UN DON**

**soutien.polymtl.ca**



DONNER



Ensemble, soutenons nos étudiantes  
et étudiants dans le besoin.

FONDATION ET ALUMNI  
DE POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL



# Soutenir la relève en génie

Polytechnique Montréal et sa fondation ont lancé l'automne dernier une nouvelle campagne auprès des employés : **Fièremment Poly – Moi je donne**. Cette campagne rassembleuse vise à favoriser l'entraide et le soutien au sein de notre communauté. Tout au long de l'année, elle permet à Polytechnique Montréal de se mobiliser afin d'améliorer le quotidien de notre population étudiante.



Les sommes recueillies sont reversées au Fonds d'aide permanent qui soutient nos étudiantes et étudiants dans le besoin. Grâce à lui, nous pouvons répondre aux problèmes urgents, qu'ils soient financiers, familiaux ou encore de santé, et diminuer ainsi les sources de stress pendant leur parcours d'études déjà très exigeant.

Jusqu'à présent, 120 dons ont été redistribués par le Fonds d'aide permanent, grâce à l'appui de nos donatrices et donateurs.

Notre relève en génie est notre fierté! Nous souhaitons que toutes et tous aient l'occasion d'accomplir leur cursus sans préoccupation additionnelle et qu'ils vivent une expérience des plus épanouissantes sur notre campus.

> **POUR CONTRIBUER**

[soutien.polymtl.ca/ce/  
don-unique](https://soutien.polymtl.ca/ce/don-unique)



La traditionnelle Soirée Retrouvailles des diplômé(e)s de Polytechnique se tiendra cette année le 23 mai 2024. Les promotions dont les années se terminent par 4 et 9 seront à l'honneur. Venez célébrer votre anniversaire de promotion et vous remémorer les meilleurs souvenirs que vous gardez de vos études à Polytechnique Montréal.

**LA FONDATION ET ALUMNI DE  
POLYTECHNIQUE MONTRÉAL  
TIENT À REMERCIER SES  
FIDÈLES PARTENAIRES  
DE LA PROGRAMMATION  
ÉVÉNEMENTIELLE :**

**LES GRANDS  
PARTENAIRES ANNUELS :**

TD ASSURANCE MELOCHE MONNEX  
BANQUE NATIONALE  
GESTION FÉRIQUE

**LES PARTENAIRES DES  
MATINS ALUMNI DE POLY :**

BELL  
AIRBUS  
RCGT



De gauche à droite : Léanne Bégin, étudiante au baccalauréat en génie chimique; Raouf Amani, étudiant international à la maîtrise professionnelle en génie énergétique (finissant 2024) et employé permanent chez BBA à la suite de son stage; Eddy Besnier Diaz, ingénieur mécanique chez BBA, diplômé de Polytechnique en génie mécanique (Po 2014) et superviseur de Raouf Amani lors de son stage.

# Le stage : une expérience qui compte !

Par Anne Sellès

Lorsqu'il est question de stage, on pense souvent aux avantages que cela représente pour les étudiantes et étudiants : mettre en application des concepts théoriques appris en classe, développer son autonomie et son savoir-être en entreprise, enrichir son réseau, valider son intérêt pour son domaine d'études ou, au contraire, explorer d'autres carrières possibles. Les avantages sont nombreux.

## AVANTAGES RÉCIPROQUES

Léanne Bégin, étudiante au baccalauréat en génie chimique, a vécu une expérience très enrichissante chez LABPLAS durant l'été 2023 : « Les projets auxquels j'ai travaillé durant mon stage ont eu un réel impact. Je me sentais privilégiée de participer à quelque chose d'utile et de concret. On m'a réellement fait confiance et c'était très valorisant. »

Marie-Hélène Dufresne, directrice scientifique chez LABPLAS et superviseuse du stage de Léanne Bégin, précise : « Ce n'est pas unilatéral. En tant qu'entreprise, nous faisons face à des enjeux évidents de main-d'œuvre et avons la possibilité d'aller chercher des personnes, certes dans un parcours d'apprentissage, mais qui sont tout de même qualifiées et ont de très bonnes bases de connaissances. C'est aussi une façon d'aller recruter des talents; parfois, nous découvrons des personnes qui cadrent très bien avec les valeurs de l'entreprise, et lorsqu'elles sont en fin de parcours, nous pouvons leur offrir un emploi à temps plein. » Elle ajoute qu'il existe également des incitatifs financiers très intéressants pour encourager les entreprises à embaucher des stagiaires. « Ce n'est donc pas si coûteux que ça pour l'entreprise d'avoir un stagiaire, alors que cela amène une grande valeur en retour », ajoute-t-elle.



Marie-Hélène Dufresne, directrice scientifique chez LABPLAS et superviseuse du stage de Léanne Bégin

*« C'est aussi une façon d'aller recruter des talents; parfois, nous découvrons des personnes qui cadrent très bien avec les valeurs de l'entreprise, et lorsqu'elles sont en fin de parcours, nous pouvons leur offrir un emploi à temps plein. »*

Raouf Amani, étudiant international à la maîtrise professionnelle en génie énergétique et finissant 2024, a vraisemblablement apporté une grande valeur à BBA, l'entreprise dans laquelle il a effectué son stage : « Après mon stage, BBA m'a proposé un emploi temporaire jusqu'à la fin de mes études et, à l'issue de ce contrat, un poste permanent au Service énergie et qualité de l'air. Je l'ai accepté tout de suite! »

Pour Eddy Besnier Diaz, ingénieur mécanique chez BBA, lui-même diplômé de Polytechnique en génie mécanique (Po 2014) et superviseur de Raouf Amani lors de son stage, ce fut l'évidence même : « Ce qui a fait la force de Raouf, c'est sa motivation, sa communication, sa débrouillardise et sa curiosité. Il a été un excellent *fit* dès le début. »

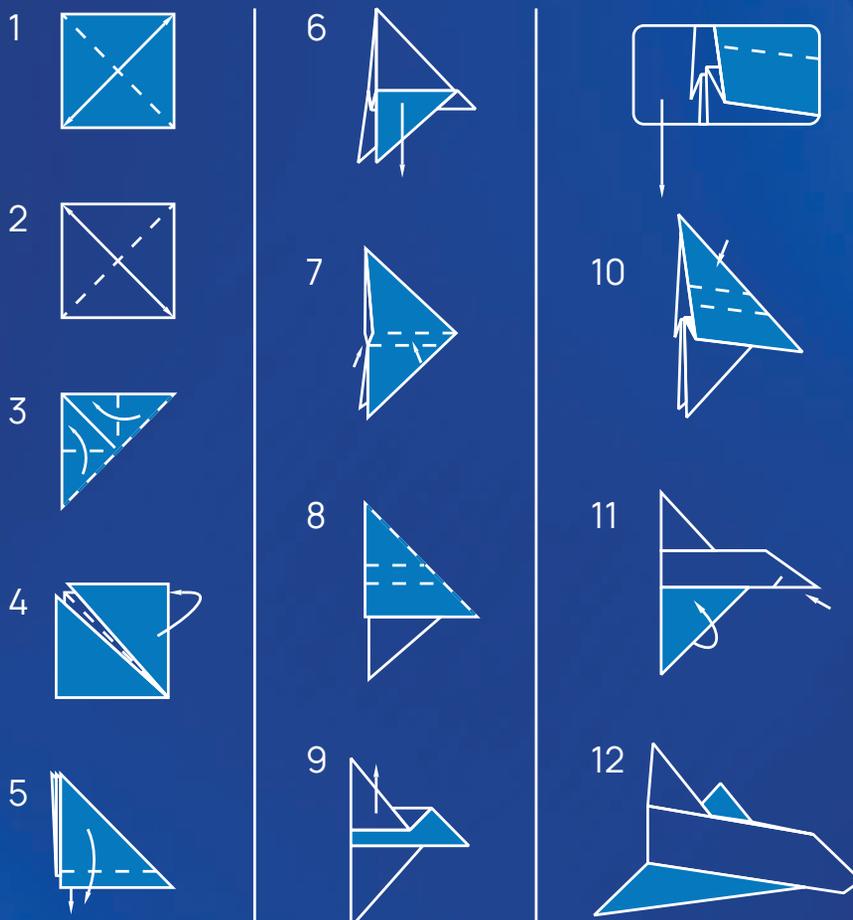
### **UN BEAU TREMLIN D'INTÉGRATION**

Julie Lambert, responsable du développement des affaires du Service stages et emplois de Polytechnique Montréal, remarque que les stages sont effectivement un beau tremplin d'intégration pour les étudiants internationaux à la maîtrise professionnelle, surtout quand ceux-ci souhaitent rester au Québec. « Les stages sont également pertinents pour les

étudiantes et étudiants en début de parcours, ajoute-t-elle. Le taux de satisfaction est très élevé parmi les entreprises qui ont pris une personne étudiante qui en est à sa première expérience de stage, comme Léanne Bégin. Il ne faut pas oublier que les étudiantes et étudiants sont habitués, avec les projets intégrateurs, à être impliqués dans des projets d'envergure. Ils ont appris à travailler en équipe, à résoudre des problèmes, à présenter leur projet, à développer leurs compétences transversales... Ils ne partent pas de zéro et sont généralement très dégourdis et motivés. »

Marie-Hélène Dufresne précise que « les générations de stagiaires actuelles arrivent effectivement en entreprise avec beaucoup d'énergie, de belles visions et des perspectives nouvelles, ce qui contribue à dynamiser les équipes ». Pour Eddy Besnier Diaz, ce ne sont pas juste des compétences qui sont recherchées chez les stagiaires, mais aussi des personnalités : « Les stagiaires sont capables de suggérer des idées innovantes, parfois bien plus en adéquation avec les réalités d'aujourd'hui, et c'est une façon très positive, saine et constructive de se remettre en question et d'avancer, en tant qu'entreprise et société », conclut-il.

# 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](http://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.