

REACH

2025



ENCORE PLUS LOIN

Repousser les limites, découvrir les possibilités

UNE NOUVELLE ÈRE DANS LA CONCEPTION DES BÂTIMENTS

La conception des bâtiments a une incidence sur nos microorganismes. Comment concevoir des espaces plus sains?

P. 8

L'AVENIR DE L'ÉNERGIE

Les scientifiques découvrent de nouveaux carburants et des solutions de captage du carbone plus intelligentes

P. 20

RÉSEAUX NOVATEURS

Les outils d'IA permettent de mieux prévoir et prévenir les maladies mortelles

P. 26



DIX ANS DE FORMATION DE LA PROCHAINE GÉNÉRATION DE LEADERS DE LA SCIENCE

Depuis 2016, le programme des chercheurs mondiaux CIFAR-Azrieli favorise le perfectionnement professionnel des scientifiques en début de carrière en encourageant les idées audacieuses, les collaborations approfondies et l'impact mondial sans limites.

Au moment de franchir cette étape, le CIFAR réaffirme fièrement sa détermination à former les leaders de la recherche de demain. Nous exprimons notre profonde gratitude à la Fondation Azrieli pour ses dix années de soutien visionnaire.

Restez à l'écoute pour le prochain appel à candidatures, qui commencera en septembre 2025 : cifar.ca/fr/initiatives-a-l-intention-de-la-prochaine-generation/chercheurs-mondiaux

Découvrez la nouvelle cohorte du programme des chercheurs mondiaux CIFAR-Azrieli



ANNONCE D'UNE NOUVELLE OCCASION DE JUMELAGE DE DONS

Le programme à l'intention de la prochaine génération du CIFAR constitue un atout considérable et durable pour les scientifiques en début de carrière – et vous pouvez maintenant doubler la valeur de votre don à l'appui de cette initiative grâce à un nouveau programme de jumelage de dons!

Pour en savoir plus sur le *Futures Challenge*, soutenu par la **Fondation caritative Michael et Sonja Koerner**, communiquez avec giving@cifar.ca.

DANS CE NUMÉRO :

05 MESSAGE DU PRÉSIDENT

06 PERCÉES DE LA RECHERCHE

Les scientifiques du CIFAR repoussent les frontières de l'innovation

08 UNE NOUVELLE ÈRE DANS LA CONCEPTION DES BÂTIMENTS

La conception des bâtiments a une incidence sur nos microorganismes. Comment concevoir des espaces plus sains?

16 LE CYCLE DE LA HAINE

Pourquoi la haine persiste-t-elle et comment la sensibilisation peut-elle la démanteler?

20 L'AVENIR DE L'ÉNERGIE

Les scientifiques découvrent de nouveaux carburants et des solutions de captage du carbone plus intelligentes

26 RÉSEAUX NOVATEURS

Les outils d'IA permettent de mieux prévoir et prévenir les maladies mortelles

31 ROBOTS DOTÉS

D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Ces robots d'assistance sociale pourraient révolutionner les soins aux personnes âgées

32 DE L'EAU, PARTOUT DE L'EAU

Une analyse de l'eau peu coûteuse et accessible grâce aux spécialistes quantiques du CIFAR

34 GEOFFREY HINTON

Un effort de longue haleine en IA, prix Nobel à l'appui

35 PAUL HOFFMAN

Un visionnaire qui a élucidé les mystères glacés de la Terre

36 FORUM SUR L'INTERDISCIPLINARITÉ RADICALE DU CIFAR

Un aperçu de notre Forum, en partenariat avec le Fonds national suisse

38 RALPH M. BARFORD

Une vie près des gens et pleine de possibilités

40 VOIR PLUS LOIN QUE LE BOUT DE...

SA FOURCHETTE

Des scientifiques recourent à l'alimentation pour lutter contre l'extractivisme et l'inégalité à l'échelle mondiale



La revue REACH est la fière lauréate des prix suivants :

- Prix ACE de la SCRP de Toronto, catégorie meilleure publication (2024, 2025)
- Prix du mérite de l'IABC (2024)



Consultez la version numérique de REACH pour un contenu exclusif supplémentaire : cifar.ca/fr/publications-et-rapports/la-revue-reach

RÉDACTION EN CHEF

Graeme Wilkes (par intérim)

COMITÉ DIRECTEUR DE LA RÉDACTION

Stephen Toope, Véronique Dault, Mathieu Denis, Franca Gucciardi, Anne Shoup, Elissa Strome, Graeme Wilkes, Hannah Yakobi

DIRECTION GÉNÉRALE

Alison Rutka

RÉDACTION

Direction de la rédaction

Liz Do

Rédaction adjointe

Abeer Khan

Traduction

Geneviève Beaulnes

Contributions

Ty Burke, Krista Davidson, Tyler Irving, JP Udo, Mark Witten

CONCEPTION

Direction artistique

Ania Czupajlo, Emma Tarswell

Illustration de couverture

Daniel Lievano

Photographie

Marc Bader, Dominic Blewett, Christopher Brown, Josh Fee

Illustration

Alex Antonescu, Cornelia Li, Maya Nguyen, Sébastien Thibault

CIFAR

Revue REACH

Centre MaRS, tour Ouest
661, avenue University, bureau 505
Toronto (Ontario) M5G 1M1

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Irfhan Rawji (président)
Fondateur et président
exécutif, MobSquad
Calgary (Alberta)

William L. Young
(Président sortant)
Président, Intact Financial
Boston (Massachusetts)

Jacqueline Koerner
(Vice-présidente)
Membre, Centre Morris J. Wosk
pour le dialogue
Université Simon Fraser
Vancouver (Colombie-Britannique)

Hon. Anne McLellan
P.C., O.C., A.O.E.,
(Vice-présidente)
Edmonton (Alberta)

Scott B. Bonham
Cofondateur, Intentional
Capital Real Estate
San Francisco (Californie)

Paul Dhalla
Directeur, Environnement,
Climat et Durabilité,
Réseau Aga Khan de
développement
Vancouver (Colombie-Britannique)

Jordan Jacobs
Cofondateur, chef de la
direction et associé directeur,
Radical Ventures
Toronto (Ontario)

Chonnettia Jones
Présidente et directrice
générale, Addgene
Boston (Massachusetts)

Stephen D. Lister
Président, Private Debt
Partners Inc.
Toronto (Ontario)

Jason McLean
Président et chef de la direction,
McLean Group
Vancouver (Colombie-Britannique)

Patricia Meredith
Auteure, enseignante, experte-
conseil, gouvernance stratégique
Toronto (Ontario)

James Moore, P.C., M.A.
Vancouver (Colombie-Britannique)

Marie-Lucie Morin, P.C., C.M.
Administratrice de sociétés
Québec

Lawrence Pentland
Ancien président,
Dell Canada et Amérique latine
Toronto (Ontario)

Jennifer Moore Rattray
JMRattray Strategy Consulting
Winnipeg (Manitoba)

Ann Rooney
Administratrice de sociétés
Calgary (Alberta)

Indira Samarasekera, O.C.
Présidente émérite,
Université de l'Alberta
Conseillère principale,
Bennett Jones LLP
Vancouver (Colombie-Britannique)

Barbara G. Stymiest, C.M.
Administratrice de sociétés
Toronto (Ontario)

Martine Turcotte
Ad. E., B.C.L., LL.B., M.B.A.
Administratrice de sociétés
Montréal (Québec)

Damon F. Williams
Chef de la direction, RBC Gestion
mondiale d'actifs, Toronto (Ontario)

À PROPOS DU CIFAR

L'Institut canadien de recherches avancées (CIFAR) est une organisation de recherche d'influence mondiale fièrement basée au Canada. Nous mobilisons les plus brillantes personnes du monde, dans toutes les disciplines et à tous les stades de carrière, pour faire progresser les connaissances transformatrices et résoudre ensemble les plus grands problèmes de l'humanité.

MESSAGE DU PRÉSIDENT

À la communauté du CIFAR,

C'est avec plaisir que je partage avec vous le numéro 2025 de REACH. Le thème cette année, *Encore plus loin*, reflète à merveille notre modèle et notre mission exceptionnels: une recherche qui explore des idées audacieuses, de nouvelles frontières et des connexions pour créer un avenir meilleur.

Dans ce numéro, nous allons au-delà des disciplines par l'exploration de collaborations inattendues, telles que les recherches menées au croisement du microbiome humain et de l'architecture pour repenser les bâtiments en vue d'améliorer la santé humaine. Nous soutenons également des équipes de recherche interdisciplinaires et des partenaires des secteurs public et privé qui collaborent à l'élaboration de solutions d'IA responsable en santé.

Vous découvrirez les nombreuses façons dont les membres du CIFAR repoussent les limites : qu'il s'agisse de trouver des solutions énergétiques innovantes, de découvrir les causes profondes de la haine ou d'examiner les croisements entre l'art, l'écologie et la géopolitique à travers l'alimentation.

Nous nous conduirons au-delà des frontières, en Suisse, pour notre tout premier Forum sur l'interdisciplinarité radicale, et au-delà du présent, grâce au soutien de partenaires comme la Fondation Ralph M. Barford qui nous aide à anticiper les défis à venir. Enfin, nous regarderons au-delà de la génération actuelle de talents en recherche, et mettrons en lumière les scientifiques en début de carrière et leurs idées audacieuses, entre autres la mise au point de capteurs quantiques portables et peu coûteux pour détecter la présence d'eau potable.

Ces articles mettent en lumière l'ampleur et l'intelligence remarquables de notre communauté de recherche mondiale. Au CIFAR, nous nous enorgueillissons de notre engagement de longue date à repérer et à soutenir les domaines de recherche inexplorés, en luttant contre le scepticisme et en repoussant les limites. Que les travaux de Geoffrey Hinton et de Paul Hoffman, membres de longue date du CIFAR, soient aujourd'hui récompensés par le prix Nobel de physique et le prix de Kyoto, respectivement, illustre bien notre détermination à appuyer une exploration scientifique audacieuse et à fort



impact. Dans ce numéro, je suis heureux de partager avec vous le récit de leur parcours professionnel qui montre comment le CIFAR a soutenu leurs idées audacieuses.

Bien entendu, les travaux d'importance dont il est question dans ce numéro, ainsi que les travaux en cours dans le cadre de nos 15 programmes de recherche et de la Stratégie pancanadienne en matière d'IA, seraient impossibles sans notre communauté donatrice, ainsi que nos partenaires gouvernementaux et de recherche, dont le soutien et la générosité permettent au CIFAR d'avoir un impact significatif et de relever les défis cruciaux qui se profilent à l'horizon.

J'espère que ce numéro de REACH vous plaira. Votre contribution continue au CIFAR nous permet de faire avancer la recherche transformatrice qui nous mène «encore plus loin».

A handwritten signature in black ink, appearing to read "STEPHEN J. TOOPE".

STEPHEN J. TOOPE
O.C., LL.D., MSRC
Président et chef de la direction, CIFAR

AU-DELÀ DES LIMITES

Une année de percées en science et en innovation

PAR ABEER KHAN

ILLUSTRATIONS PAR MAYA NGUYEN

Qu'il s'agisse de dévoiler une méthode inédite de prédiction de la démence ou de révolutionner l'électronique, les membres du CIFAR ont repoussé les limites de l'innovation cette année. Voici quelques-unes de leurs découvertes les plus fascinantes :



Règne fongique : Menaces et possibilités

Au cours des 18 dernières années, le syndrome du nez blanc a dévasté plusieurs espèces de chauves-souris d'Amérique du Nord. Ce syndrome est causé par un organisme fongique envahissant appelé *Pseudogymnosascus destructans*, qui infiltre la peau des chauves-souris en hibernation et les pousse à devenir plus actives que d'habitude. Cette hyperactivité brûle les graisses dont elles ont besoin pour survivre à l'hiver et les mène finalement à la famine et à la mort. Jusqu'à présent, le mode d'infection de cet organisme fongique demeurait un mystère. Bruce Klein, membre du programme Règne fongique : Menaces et possibilités, et Marcos Isidoro-Ayza, doctorant au sein du laboratoire Klein, ont pu étudier comment l'organisme pénètre les cellules et s'approprie les kératinocytes à la surface de la peau de la chauve-souris. Cette découverte pourrait nous permettre de mieux comprendre le syndrome du nez blanc et de sauver les chauves-souris d'Amérique du Nord, qui font face à une crise existentielle.

Extrême Univers et gravité

Le radiotélescope CHORD (Observatoire canadien de l'hydrogène et détecteur de signaux radio transitoires), actuellement en construction, a sa première antenne depuis janvier 2025. Ce projet, auquel participent Victoria M. Kaspi, responsable du programme Extrême Univers et gravité, et les membres Matt Dobbs, Ue-Li Pen, Ingrid Stairs et Kendrick Smith, permettra de trouver réponse à certaines des questions les plus fondamentales de la science, telles que l'évolution de l'Univers, sa composition, l'origine des sursauts radio rapides et la validité de la relativité générale d'Einstein aux plus grandes échelles. CHORD s'appuie sur le succès du radiotélescope canadien CHIME (Expérience canadienne de cartographie de l'intensité de l'hydrogène) et sera le détecteur de signaux radio transitoires le plus avancé au monde; il pourra dresser des cartes des grandes structures de l'Univers et des émissions galactiques avec une précision inédite.





Avenir urbain de l'humanité

Depuis des siècles, les médias annoncent l'avenir, qu'il s'agisse de plans architecturaux ou d'images de la modernité présentées dans des revues sur papier glacé. Mais comment naissent ces images et quel rôle joue le passé dans leur conception? Lors de l'atelier « Imag(in)ing Urban Futures » qui s'est tenu à Mexico, les membres du programme Avenir urbain de l'humanité ont examiné comment divers médias – films, télévision, journaux et IA – façonnent notre imagination urbaine. Cet atelier a inspiré un article à paraître du coresponsable Simon Goldhill et des membres Julie-Anne Boudreau et Roger Keil, dont l'objectif est de stimuler la recherche et les conversations sur l'avenir urbain et d'encourager la mobilisation pour mieux le transformer.

Matériaux quantiques

Sous la direction de Pablo Jarillo-Herrero, membre du programme Matériaux quantiques, des physiciens du MIT ont créé un transistor à l'aide d'un matériau ferroélectrique qui pourrait révolutionner l'électronique. Les matériaux ferroélectriques sont des cristaux particuliers qui peuvent produire spontanément des charges positives et négatives en eux-mêmes; ces charges peuvent être inversées par l'application d'un champ électrique. Le matériau utilisé dans cette avancée, découvert par l'équipe en 2021, est ultramince et sépare les charges positives et négatives en différentes couches. Le transistor est remarquablement durable et peut survivre à 100 milliards de commutations, ce qui en fait le dispositif le plus résistant jamais conçu. Il pourrait ouvrir grand la porte à des appareils électroniques à grande vitesse et à faible consommation énergétique, ainsi qu'à des mémoires d'ordinateur plus denses.

Cerveau, esprit et conscience

Membre d'une équipe de recherche internationale, Adeel Razi, du programme des chercheurs mondiaux CIFAR-Azrieli 2021-2023 au sein du programme Cerveau, esprit et conscience, a découvert une nouvelle méthode de prédiction de la démence qui affiche une précision de plus de 80 %, et ce, jusqu'à neuf ans avant le diagnostic. Cette nouvelle méthode analyse les examens d'IRM fonctionnelle (fMRI) pour détecter les changements dans le « réseau du mode par défaut » (DMN) du cerveau. Le DMN relie les régions cérébrales pour assurer les fonctions cognitives. Il s'agit du premier réseau neuronal touché par la maladie d'Alzheimer.

Développement du cerveau et de l'enfant

Paul Frankland, membre du programme Développement du cerveau et de l'enfant, et une équipe de scientifiques de l'Hôpital pour enfants malades (SickKids) de Toronto ont découvert que le stress a une grande influence sur le mode d'encodage et de récupération des souvenirs négatifs du cerveau. Pour vérifier si le stress a un impact sur la spécificité de la mémoire, les scientifiques ont entraîné des souris à associer un son à un stress et un autre son à l'absence de stress. Les résultats ont révélé qu'un stress aigu empêchait les souris de former des souvenirs spécifiques, et créait plutôt des souvenirs plus généraux encodés par un plus grand nombre de neurones. Ces résultats pourraient être mis à profit dans le traitement du syndrome de stress post-traumatique et du trouble anxieux généralisé.



Être humain multiéchelle CIFAR-MacMillan

Plusieurs membres du programme Être humain multiéchelle CIFAR-MacMillan, dont Sarah Teichmann, coresponsable du programme, et les membres Muzlifah Haniffa et Aviv Regev ont publié avec d'autres une nouvelle mise à jour du Human Cell Atlas Consortium dans la revue *Nature*. Parmi les nouveaux résultats figurent, entre autres, la cartographie de toutes les cellules intestinales, la production d'un plan du squelette humain in utero et la cartographie de l'architecture moléculaire du placenta. Depuis sa création en 2016, le Consortium a pour objectif de créer une carte biologique complète des cellules humaines pour mieux comprendre le fonctionnement de l'organisme, à la fois dans la santé et dans la maladie.

UNE NOUVELLE ÈRE DANS LA CONCEPTION DES BÂTIMENTS

PAR MARK WITTEN
ILLUSTRATIONS PAR ALEX ANTONESCU

Hors des sentiers battus : Une collaboration improbable entre des spécialistes du microbiome et des architectes permet de repenser la conception des bâtiments pour favoriser la santé humaine.



Les êtres humains passent en moyenne 90 % de leur vie à l'intérieur, selon l'Enquête nationale sur les profils d'activité humaine (NHAPS). Par conséquent, les environnements bâtis peuvent considérablement influencer et façonner notre microbiome – les microorganismes qui nous habitent – pour le meilleur ou pour le pire.

Connaissant cet impact profond, des scientifiques travaillent au croisement de la santé humaine et de l'architecture pour explorer comment concevoir des lieux plus sains. C'est le cas de Thomas Bosch, membre du programme Microbiome humain du CIFAR.

En 2019, lors d'un congé sabbatique à Berlin, Bosch a compris l'importance d'un changement de paradigme dans son travail lorsqu'il a fait la connaissance des architectes Mark Wigley et Beatriz Colomina de l'Université Columbia.

« Nous avons passé près d'un an ensemble à parler de la façon dont les bâtiments modernes et les environnements urbains ont contribué à une diminution importante de la diversité microbienne, indispensable à la santé humaine; cette baisse a commencé vers 1950 et s'est progressivement aggravée », explique Bosch, professeur à l'Université de Kiel et directeur du Centre de recherche interdisciplinaire, Kiel Life Science, en Allemagne.

« Je me suis beaucoup intéressé à la manière dont les architectes et les concepteurs réfléchissent à la perte de diversité dans les microbiomes et aux maladies humaines, ainsi qu'à leur vision des différentes façons dont

l'architecture pourrait contribuer à la restauration ou à la préservation de la diversité microbienne. »

Comme l'explique Wigley, l'architecture du XX^e siècle – qui correspond en gros à l'architecture de notre époque – est profondément antibiotique dans son approche. Ces environnements stériles ont contribué à des résultats négatifs sur la santé et à la crise actuelle des maladies chroniques liées au mode de vie.

« Il y a une relation très étroite entre les bâtiments et la biologie humaine. En tant qu'architectes, nous considérons les bâtiments comme un moyen pour les humains de partager les microorganismes », explique Wigley, professeur d'architecture et doyen émérite de l'École supérieure d'architecture, de planification et de conservation de l'Université Columbia à New York.

Ces conversations novatrices à Berlin sur les relations entre les bâtiments modernes et le microbiome humain ont suscité un projet multidisciplinaire, soutenu par des fonds Catalyseur du CIFAR. Ce projet a donné lieu à un article de perspective publié dans la revue scientifique *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, en avril 2024.

Cet article influent et collaboratif propose une nouvelle dimension de la recherche sur le microbiome

et un changement radical dans la conception des villes et des bâtiments qui appelle à une architecture respectueuse du microbiome, en vue d'améliorer la santé humaine en exposant les personnes à leur environnement microbien, plutôt qu'en les protégeant de celui-ci. Cet article est riche des contributions de plus de 20 scientifiques du monde entier, membres du programme Microbiome humain du CIFAR, et de spécialistes de premier plan en architecture, Wigley, Colomina et Forrest Meggers.

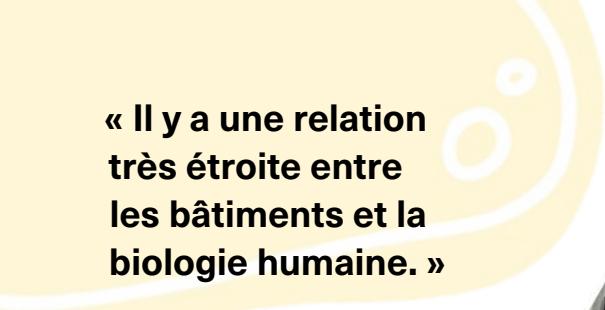
Le document avance que l'appauvrissement du microbiome dans les bâtiments constitue un facteur environnemental important qui a accéléré l'incidence des maladies chroniques comme le diabète, l'asthme, la cardiopathie, l'inflammation chronique de l'intestin, la sclérose en plaques, le reflux œsophagien, la neurodermite, les maladies neurodégénératives, les allergies alimentaires et l'augmentation des cancers multiples à un plus jeune âge.

« Les êtres humains sont des métorganismes qui ont évolué avec les microorganismes en tant qu'unité fonctionnelle au fil de millions d'années, et nous connaissons leur importance pour la santé humaine, explique Bosch. Notre santé et notre



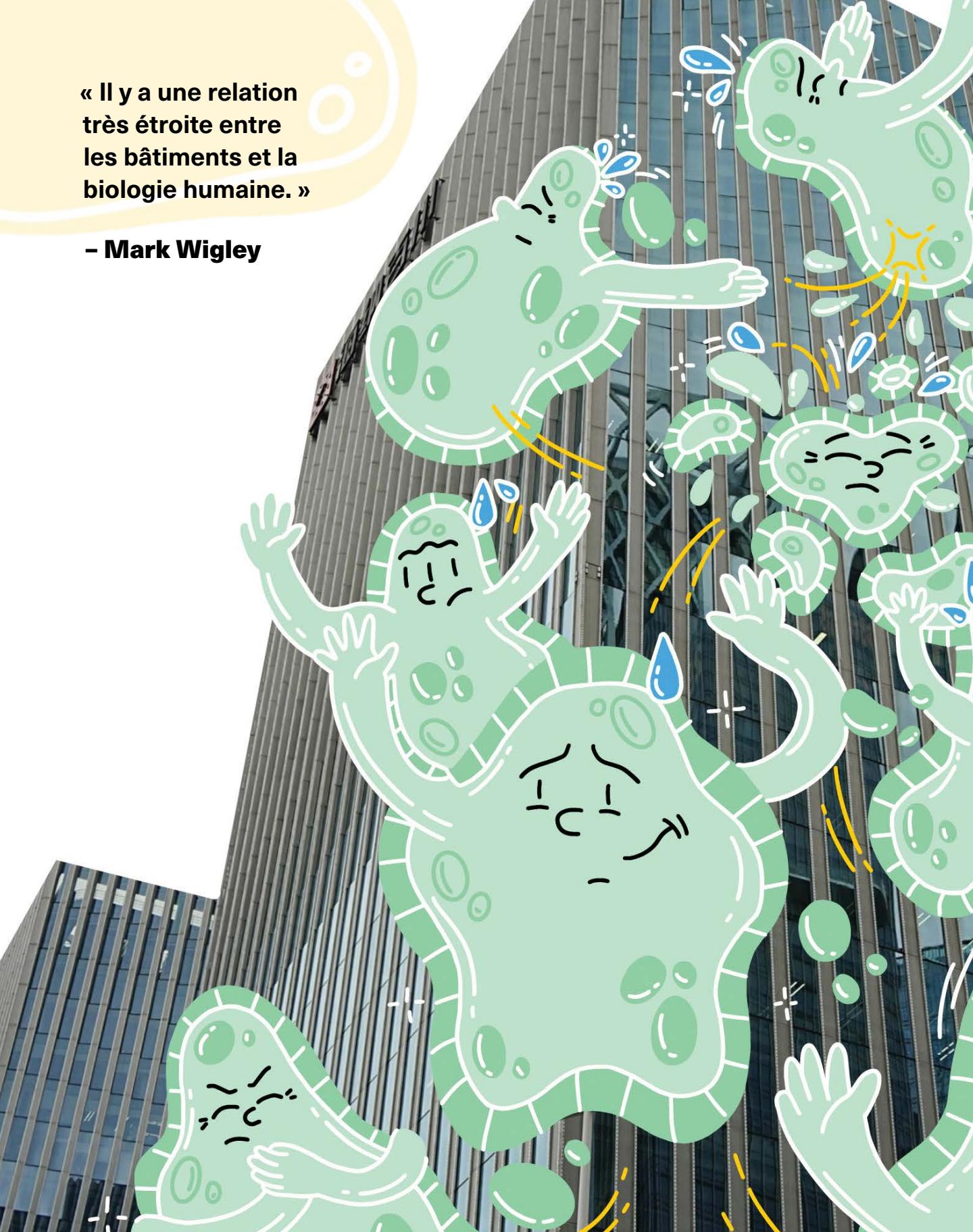
« Il faut améliorer la perméabilité de l'architecture, ce qui permettrait un échange plus important de microorganismes bénéfiques dans les bâtiments pour soutenir et maintenir la santé et la condition physique des êtres humains, plutôt que de permettre aux seuls microorganismes nocifs de survivre et de prospérer. »

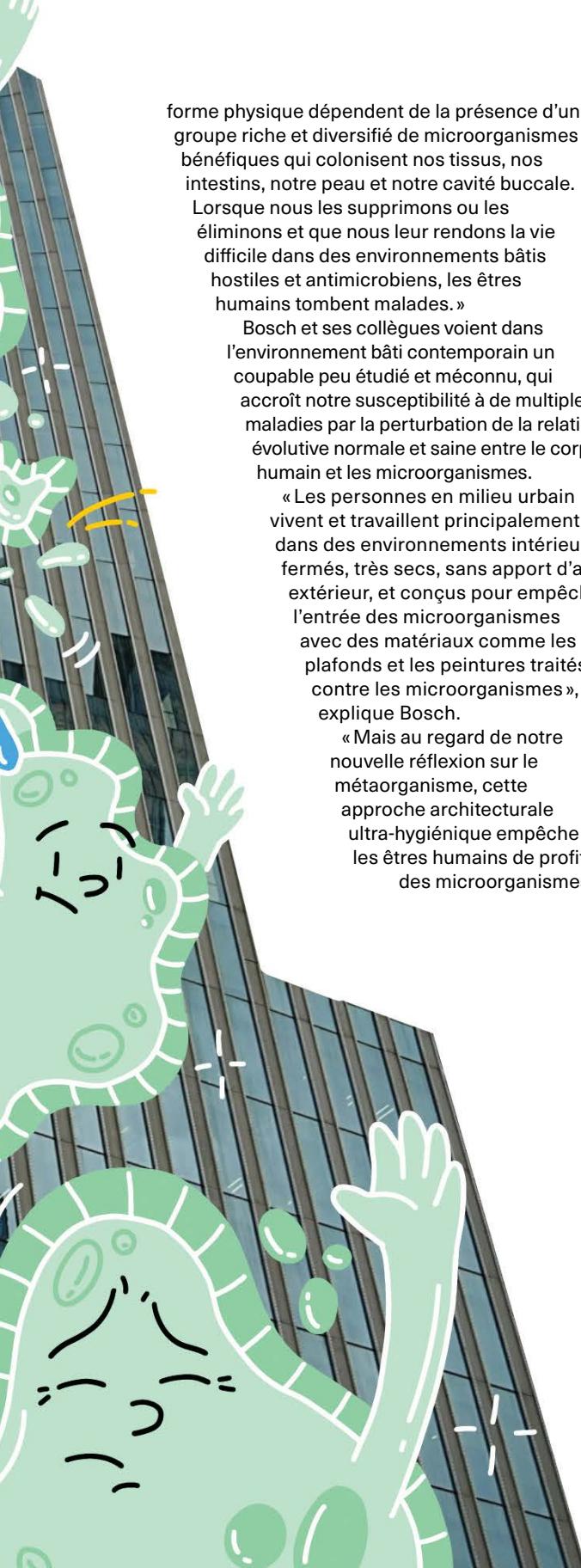
– Thomas Bosch



« Il y a une relation
très étroite entre
les bâtiments et la
biologie humaine. »

– Mark Wigley





forme physique dépendent de la présence d'un groupe riche et diversifié de microorganismes bénéfiques qui colonisent nos tissus, nos intestins, notre peau et notre cavité buccale. Lorsque nous les supprimons ou les éliminons et que nous leur rendons la vie difficile dans des environnements bâties hostiles et antimicrobiens, les êtres humains tombent malades.»

Bosch et ses collègues voient dans l'environnement bâti contemporain un coupable peu étudié et méconnu, qui accroît notre susceptibilité à de multiples maladies par la perturbation de la relation évolutive normale et saine entre le corps humain et les microorganismes.

« Les personnes en milieu urbain vivent et travaillent principalement dans des environnements intérieurs fermés, très secs, sans apport d'air extérieur, et conçus pour empêcher l'entrée des microorganismes avec des matériaux comme les plafonds et les peintures traités contre les microorganismes », explique Bosch.

« Mais au regard de notre nouvelle réflexion sur le métaorganisme, cette approche architecturale ultra-hygiénique empêche les êtres humains de profiter des microorganismes

bénéfiques et, pire encore, elle accumule, enrichit et sélectionne les microorganismes indésirables dans ces bâtiments. Il s'agit des bactéries multirésistantes, les vraies méchantes, prévient-il. Il faut améliorer la perméabilité de l'architecture, ce qui permettrait un échange plus important de microorganismes bénéfiques dans les bâtiments pour soutenir et maintenir la santé et la condition physique des êtres humains, plutôt que de permettre aux seuls microorganismes nocifs de survivre et de prospérer.»

Selon les scientifiques, il conviendrait de concevoir l'architecture de demain pour favoriser une meilleure santé et garantir la survie et l'épanouissement d'un microbiome complexe et diversifié.

« Le manifeste publié dans la revue *PNAS*, rédigé en collaboration avec les spécialistes du microbiome humain, soutient qu'il faut changer la stratégie architecturale moderne dominante, qui sépare les êtres humains du sol, des plantes et de la plupart des autres espèces », explique Wigley.

Wigley suggère que la nouvelle ère de la conception des bâtiments devrait inclure la gestion d'un éventail plus diversifié de microorganismes dans l'environnement bâti, ce qui permettrait aux bâtiments d'être ouverts sur le monde extérieur et de renouer avec les plantes, le sol et d'autres espèces. Le système immunitaire humain pourrait servir de modèle : il ne se contente pas d'exclure les agents pathogènes ennemis de l'organisme, mais incorpore des mélanges particuliers de microorganismes afin de maintenir un équilibre sain et sûr.

Bosch constate des signes prometteurs à l'effet que certaines villes s'orientent vers une architecture

« Lorsque nous supprimons ou éliminons ces microorganismes et que nous leur rendons la vie difficile dans des environnements bâties hostiles et antimicrobiens, les êtres humains tombent malades. »

– Thomas Bosch



Interdit
d'entrer



KEEP
OUT



probiotique – un réensauvagement de l'intérieur des bâtiments et des paysages urbains. « Singapour, par exemple, qui se résume à un environnement urbain, est une ville verte. La conception de cette ville moderne cherche à rétablir la nature, un réensauvagement où l'on trouve des bâtiments verts avec des plantes sur les toits et des plantes partout, et des sols libres où les enfants peuvent jouer», explique-t-il, notant que les villes du nord de l'Europe, comme Oslo, se réensauvagent également. « Lorsque l'on se promène à Oslo, on trouve de nombreuses zones avec toutes sortes de plantes et de fleurs sauvages, plutôt que des surfaces scellées, comme le béton. »

ensemble un article riche d'autant de perspectives différentes. »

Melissa Melby, membre du programme Microbiome humain et collaboratrice à la rédaction de l'article, a apporté sa perspective particulière d'anthropologue biologique et médicale, enrichie de plus de 20 ans de recherche au Japon.

« Je m'intéresse particulièrement à l'architecture japonaise et à la façon dont elle intègre la nature, ce qui favorise probablement les échanges microbiens », explique Melby, professeure au département d'anthropologie de l'Université du Delaware. « Ce projet interdisciplinaire intégrateur a permis à beaucoup d'entre

« J'espère que la prochaine génération d'architectes percevra différemment l'importance de ces microorganismes bénéfiques pour la santé humaine. »

– Thomas Bosch

Depuis la publication de l'article dans la revue *PNAS*, Bosch et ses collègues ont été invités à diffuser plus largement leurs idées dans des publications comme *The Microbiologist* et *Cradle*, une revue allemande d'architecture. De plus, Wigley et Colomina ont organisé une exposition d'architecture, intitulée *We the bacteria: towards biotic architecture*, qui s'est ouverte à Milan en mai 2025.

Grâce à la collaboration de plus de 20 membres du CIFAR à l'article publié dans la revue *PNAS*, ce projet a aussi favorisé l'avancement des travaux du programme Microbiome humain. En misant sur l'intérêt initial du programme pour le microbiome et l'environnement, ces développements ont suscité l'émergence d'un mouvement plus large au sein du programme dont l'objectif est de mieux comprendre l'impact éventuel du microbiome bâti sur la définition de l'avenir de la santé humaine.

« Thomas a le don de rapprocher les gens, comme il l'a fait en nous présentant ses collègues spécialistes du microbiome au CIFAR, déclare Wigley. C'était formidable de voir comment ce groupe de personnes issues de sous-domaines très différents, souvent sans aucun lien, a pu rédiger

nous, spécialistes du microbiome, de prendre du recul et de poser des questions auxquelles les scientifiques n'avaient pas vraiment réfléchi auparavant et d'envisager de nouvelles voies pour concevoir et créer des bâtiments et des environnements urbains plus sains où les gens passent le gros de leur temps. »

Grâce à cette riche collaboration interdisciplinaire, il a été établi que le microbiome de l'environnement bâti est un facteur environnemental ayant un impact et une incidence considérables sur la santé humaine.

« Une cohorte très moderne d'architectes et de concepteurs suit actuellement une formation pour que l'urbanisme et la conception de nouveaux bâtiments s'harmonisent mieux avec notre idée au sujet de la nécessité d'améliorer l'accessibilité des environnements intérieurs et leur perméabilité avec l'extérieur grâce à des fenêtres ouvertes et à des matériaux de construction perméables, explique Bosch. J'espère que la prochaine génération d'architectes percevra différemment l'importance de ces microorganismes bénéfiques pour la santé humaine. » •



POURQUOI LES GENS ÉPROUVENT-ILS DE LA HAINE? LE CYCLE DE LA HAINE

DES MEMBRES DU CIFAR
EXPLIQUENT LES DIVERS
MÉCANISMES PAR LESQUELS
L'ANIMOSITÉ ET LA
MALTRAITANCE ENTRE
LES GROUPES ÉMERGENT
ET S'AMPLIFIENT

PAR ABEER KHAN
ILLUSTRATIONS PAR SÉBASTIEN THIBAULT

Réunis autour d'une table après une réunion du programme Frontières, groupes et appartenance en octobre 2023, les membres Victoria Esses, Hazel Markus et Stephen Reicher réfléchissaient à l'état du monde.

« Nous déplorions l'ampleur des conflits et de la haine – pas seulement la guerre et la violence, mais aussi les gestes de discrimination au quotidien et les politiques qui nuisent aux gens, et nous nous sommes demandé ce que nous pourrions faire pour lutter contre cela », explique Esses, membre du programme.

À travers le monde, la haine – actes d'hostilité, de préjugés ou de discrimination à l'égard d'individus ou de groupes – augmente sans cesse. En mai 2020, les Nations Unies ont sonné l'alarme face à un « tsunami de haine et de xénophobie, de boucs émissaires et d'alarmisme de par le monde » lors de la pandémie de COVID-19. Au Canada, le nombre de crimes haineux signalés par la police a augmenté de 72 % entre 2019 et 2021.

Alors que la polarisation dans le monde ne cessait de s'accentuer, Esses, Markus et Reicher savaient qu'il existait une grande quantité d'écrits sur la haine et ses causes. Toutefois, il avait toujours été difficile de rassembler ces idées dans un format accessible à un plus large public. Pour combler cette lacune et expliquer comment l'animosité et la maltraitance entre groupes émergent et s'amplifient, ils ont créé le projet Le cycle de la haine.

QU'EST-CE QUE LE CYCLE DE LA HAINE?

Les scientifiques ont collaboré au recensement de dix facteurs clés provoquant la haine et aboutissant à sa justification, puis les ont positionnés sur un continuum. Les dix facteurs s'organisent en quatre composantes « provocatrices de haine » – histoire, contexte actuel, appel aux armes et justification de la maltraitance – et les individus et les groupes peuvent intégrer le cycle à n'importe quel stade.

La première composante se sert de l'histoire pour justifier la maltraitance. Il peut s'agir de l'histoire d'un groupe – les récits que nous nous racontons sur notre groupe ethnique ou national – ou des récits individuels qui proviennent d'expériences personnelles ou familiales, explique Allison Harell, membre du CIFAR.

Cette histoire peut influencer l'identité et les normes comportementales et mener à des interprétations du contexte actuel qui insistent sur la concurrence entre les groupes. Quand un groupe est vu comme une menace pour votre situation, et qu'à cela s'ajoutent un manque de contrôle et le chaos dans la société, l'« autre » groupe est particulièrement susceptible d'être la cible de la haine.

Lorsque l'histoire et le contexte actuel donnent naissance à ces discours, il est plus facile pour les personnes dirigeantes et les médias de lancer un appel à la haine des « autres ».

Dans de telles conditions, une moralisation s'installe, où faire du mal à autrui est considéré comme la bonne chose à faire. Il s'ensuit une déshumanisation de l'« autre » groupe qui ne mérite plus d'être traité comme étant formé d'êtres humains. Voilà comment se justifie la maltraitance.

« Lorsque nous commençons à considérer l'autre groupe comme une menace, un processus de déshumanisation s'installe qui conduit à la justification de la haine », explique Harell, professeure de sciences politiques à l'Université du Québec à Montréal. Elle s'est jointe au projet en compagnie de ses collègues Prerna Singh et Vijayendra Rao, membres du programme Frontières, groupes et appartenance, après en avoir entendu parler à une réunion de programme du CIFAR.

Les membres du projet soulignent que ces facteurs de haine font partie d'un cycle, car ils ne se produisent pas de manière isolée.

« Une fois qu'on plonge, il est très difficile d'en sortir; un phénomène de renforcement mutuel s'installe », explique Singh.

Les membres du projet expliquent ensuite comment les facteurs qui conduisent à la haine entre groupes peuvent s'alimenter mutuellement et favoriser l'escalade. « Une fois enclenché, le cycle requiert des stratégies d'intervention réfléchies », explique Esses, directrice du Réseau sur les tendances économiques et sociales de l'Université Western et professeure de psychologie.

Reicher, membre du programme Frontières, groupes et appartenance, précise que ses collègues et lui ont

VOICI LES MEMBRES DU PROJET



**VICTORIA
ESSES**



**ALLISON
HARELL**



**HAZEL
MARKUS**



**PRERNA
SINGH**



**VIJAYENDRA
RAO**



**STEPHEN
REICHER**

ressenti le besoin de comprendre la haine autrement qu'en la considérant comme une émotion vive. « Il s'agit de personnes qui font du mal à d'autres, souvent à regret et sans malice, en pensant même qu'elles font le bien », déclare-t-il.

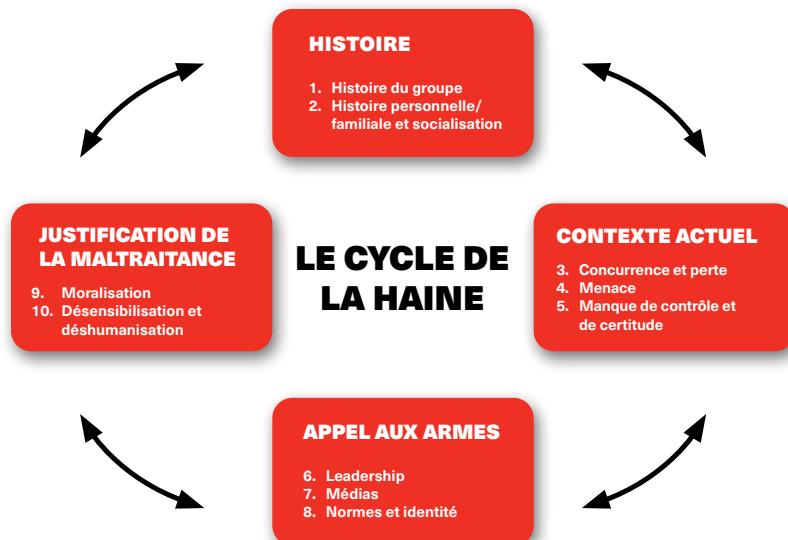
« Par conséquent, il ne faut pas présumer de la capacité des gens à reconnaître ce qui est haineux et quand ils agissent de manière haineuse – il s'agit d'un aspect important de la lutte contre la haine », explique-t-il.

« La haine n'est pas inévitable. C'est quelque chose que les humains produisent dans leur société et dans leurs politiques, et ils peuvent donc s'en défaire. Cette haine repose sur la mobilisation et nous devons par conséquent réfléchir à la façon dont nous pouvons organiser des contre-mobilisations », affirme Reicher, professeur de psychologie à l'Université de St. Andrews.

COMMENT LE CYCLE DE LA HAINE PEUT-IL CHANGER LES CHOSES?

Les membres se sont fixé un double objectif pour ce projet. Ils veulent montrer comment la façon de penser des gens ordinaires peut souvent contribuer au cycle de la haine, même si elle ne conduit pas à la violence, mais plutôt à des actes quotidiens de maltraitance. L'équipe envisage aussi diverses interventions, comme la sensibilisation du public et la reconnaissance des signaux d'alerte. Ainsi quand des personnes tombent dans ce cycle ou que des semateurs de haine tentent de les y entraîner et de justifier la maltraitance, elles pourraient en prendre conscience et s'en libérer.

« La première étape consiste à reconnaître que cela peut arriver à soi-même ou à un proche », explique Singh, professeur agrégé Mahatma Gandhi de sciences politiques et d'études internatio-



nales à l'Université Brown.

L'équipe espère également que son analyse permettra aux individus, aux organisations, aux associations, aux établissements, aux États et aux communautés de réfléchir à la façon dont ils pourraient être impliqués dans le processus de la haine.

« Nous voulons que ces connaissances aient un impact. Nous voulons qu'elles aient une utilité pratique », déclare Hazel Markus, spécialiste-conseil du programme.

Markus, professeure Davis-Brack en sciences du comportement à l'Université Stanford, explique que le groupe a discuté de la possibilité de présenter Le cycle de la haine sous la forme d'une ressource concrète, comme une infographie ou un roman graphique, afin que les responsables politiques, les spécialistes des services sociaux, le personnel enseignant et même les enfants puissent s'y référer. Les membres du groupe réfléchissent à diverses possibilités de récits afin d'attirer l'attention des gens et de les toucher.

L'équipe a l'intention de présenter son travail sur Le cycle de la haine à la Banque mondiale au printemps, en mettant l'accent sur sa pertinence compte tenu de la

situation internationale. Il est aussi prévu d'examiner les solutions à l'animosité et à la maltraitance intergroupes et d'étudier les moyens d'intervenir dans chacune des quatre composantes du cycle.

Esses, Harell, Markus, Rao, Reicher et Singh partagent le même sentiment : la lutte contre la haine est essentielle au bien-être futur de l'humanité.

« La haine est l'un des plus grands défis auxquels nous sommes confrontés en tant qu'êtres humains », déclare Vijayendra Rao, responsable du comité consultatif du programme Frontières, groupes et appartenance et économiste principal au sein du groupe de recherche sur le développement de la Banque mondiale.

Dépasser la haine permettra aux êtres humains de travailler ensemble pour relever les défis auxquels tout le monde est confronté en tant que communauté mondiale.

« Les changements climatiques, les pandémies, la destruction des espèces sont autant de défis majeurs pour l'humanité; aucun petit groupe de personnes ne peut les relever seul, déclare Esses. Quel espoir de collaboration existe-t-il si nous ne parvenons pas à nous entendre? » •

L'AVENIR DE L'ÉNERGIE



PAR TYLER IRVING

Les membres du CIFAR
vont au-delà des sources
traditionnelles pour trouver
des solutions durables



Le monde a besoin d'énergie. Elle est le moteur de tout ce que nous faisons, des transports à la fabrication, en passant par le simple chauffage et l'éclairage de nos maisons. Comme la population mondiale est en croissance et que le niveau de vie continue d'augmenter, la demande énergétique devrait s'accroître pendant un avenir prévisible.

Par ailleurs, bon nombre de nos sources d'énergie actuelles sont associées à d'importants inconvénients. Elles polluent l'air et l'eau et produisent le dioxyde de carbone à l'origine des changements climatiques. Pour satisfaire nos besoins et atteindre nos objectifs en matière d'émissions, il faudra modifier radicalement le mode de production, de stockage et d'utilisation de l'énergie.

Grâce à des programmes comme Terre 4D : Science et exploration du sous-sol et Accélération de la décarbonisation, les membres du CIFAR vont au-delà des paradigmes existants, à la fois pour trouver de nouvelles sources d'énergie plus durables et pour mieux exploiter celles dont nous disposons déjà.

À la recherche d'hydrogène

Combustible producteur de chaleur ou élément d'une pile à combustible qui produit de l'électricité à la demande, l'hydrogène ne dégage aucune émission de carbone, ce qui le rend très intéressant en tant que source d'énergie de substitution.

Malheureusement, l'hydrogène de nos jours est le plus souvent un sous-produit de l'industrie des combustibles fossiles, les gisements naturels d'hydrogène pur étant considérés comme rares. Mais la situation est peut-être en train de changer.

« Nous savons depuis longtemps que dans les profondeurs de l'océan, l'eau peut s'infiltrer dans les fissures des zones volcaniques actives, où elle réagit avec la roche pour produire de l'hydrogène », explique Barbara Sherwood Lollar, professeure au département des sciences de la Terre de l'Université de Toronto et coresponsable du programme Terre 4D.

L'hydrogène émerge des cheminées hydrothermales, aussi appelées « fumeurs noirs », et des écosystèmes entiers survivent grâce à l'hydrogène ainsi produit.

« Mais le même phénomène se produit également avec les roches continentales. Comme celles-ci sont plus froides, le taux [de production d'hydrogène] est différent, mais les réactions sont les mêmes. »

«Dans les systèmes ouverts et proches de la surface, beaucoup d'eau souterraine peut circuler, et les microorganismes qui consomment l'hydrogène peuvent coloniser ces systèmes.»

– Barbara Sherwood Lollar



Des étudiants du laboratoire de Barbara Sherwood Lollar à l'Université de Toronto échantillonnent des eaux souterraines, des gaz dissous et des microorganismes, à des kilomètres sous la surface de la Terre. Photos reproduites avec l'aimable autorisation du Laboratoire des isotopes stables de l'Université de Toronto.

En 2014, Sherwood Lollar et ses collègues ont publié un article dans la revue *Nature* dans lequel ils estiment qu'à l'échelle mondiale, les roches continentales, qui constituent les masses terrestres, produisent à peu près autant d'hydrogène que les systèmes des fonds océaniques. La question est maintenant de savoir si – et où – l'hydrogène pourrait s'accumuler dans le sous-sol continental.

«Dans les systèmes ouverts et proches de la surface, beaucoup d'eau souterraine peut circuler, et les microorganismes qui consomment l'hydrogène peuvent coloniser ces systèmes, explique Sherwood Lollar. S'ils sont trop profonds ou étanches d'un point de vue hydrogéologique, l'eau ne peut pas y pénétrer. La situation idéale se situe quelque part entre ces deux extrêmes, de préférence avec une roche couverture pour retenir l'hydrogène.»

La découverte d'importants gisements d'hydrogène naturel pourrait transformer nos systèmes énergétiques. À court terme, il pourrait remplacer l'hydrogène issu des combustibles fossiles, utilisé dans des industries telles que la production chimique et le raffinage du pétrole. Il pourrait également être mélangé au gaz naturel pour réduire son empreinte carbone.

Sherwood Lollar travaille actuellement avec la Commission géologique du Canada pour faire connaître l'hydrogène naturel et ses nombreuses possibilités. Si sa viabilité est prouvée, l'hydrogène naturel pourrait devenir une source d'énergie propre qui changerait la donne. Pour le Canada, c'est l'occasion de donner un élan à la Stratégie relative à l'hydrogène et de devenir un fournisseur et un producteur mondial d'hydrogène à faible teneur en carbone. En outre, la chercheuse collabore avec la Royal Society of London à la direction d'un rapport spécialisé sur le potentiel mondial des ressources en hydrogène naturel, qui sera publié au printemps 2025.

Mais pour les membres du programme Terre 4D, l'hydrogène n'est qu'un début. Ils étudient également de nouveaux moyens de localiser des éléments essentiels, tels que le lithium pour les batteries, ainsi que l'hélium qui présente un vaste éventail d'utilisations industrielles et médicales.



Barbara Sherwood Lollar, professeure au département des sciences de la Terre de l'Université de Toronto et coresponsable du programme Terre 4D

«Notre technologie de minéralisation du carbone permet d'extraire efficacement les métaux critiques tout en convertissant le reste du mineraï en carbonates solides par la fixation du CO₂ capté.»

– Ah-Hyung “Alissa” Park

Captage du carbone

Bien que les nouvelles sources d'énergie potentielles soient passionnantes, il est aussi possible d'améliorer les sources existantes.

Nous savons par exemple que la combustion de combustibles fossiles émet du dioxyde de carbone, à l'origine des changements climatiques. Mais que se passerait-il si nous pouvions augmenter la quantité d'énergie obtenue pour chaque tonne de carbone émise, voire empêcher complètement ces émissions?

Ces stratégies, connues sous le nom de captage, d'utilisation et de stockage du carbone (CCUS), figurent parmi les objectifs clés du programme Accélération de la décarbonisation.

« Nous savons très bien comment capter le CO₂ à partir de sources ponctuelles », explique Ah-Hyung “Alissa” Park, doyenne Ronald et Valerie Sugar de l'École de génie Samuels de l'Université de la Californie à Los Angeles et membre du programme Accélération de la décarbonisation.

« Le problème actuel est lié au coût des technologies CCUS, à l'absence de politiques contraignantes de mise en œuvre et au stade très précoce du marché du carbone capté. »

L'une des utilisations possibles du carbone capté est de l'injecter sous terre, un processus utilisé depuis des dizaines d'années pour extraire le pétrole des puits.

Toutefois, grâce aux plus récentes recherches, de

nouvelles possibilités émergent, comme l'utilisation d'énergies renouvelables pour convertir le CO₂ capté en monoxyde de carbone, en méthane, en éthanol et en d'autres produits chimiques, matériaux et combustibles à base de carbone.

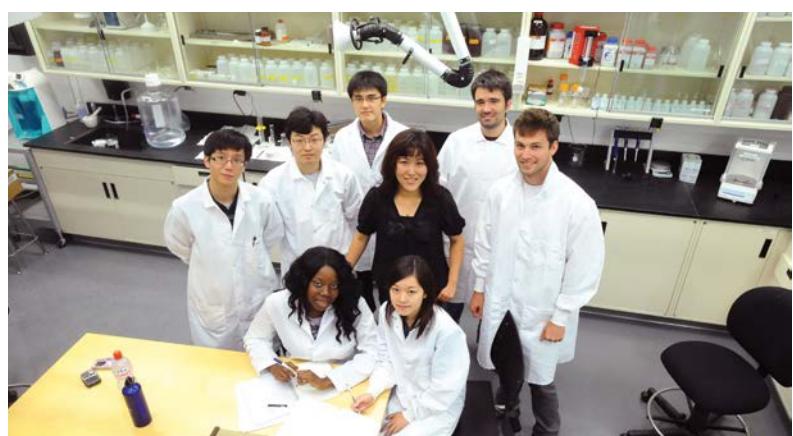
De leur côté, Park et son équipe explorent une synergie prometteuse entre le captage du carbone et l'extraction d'éléments tels que le lithium, le cobalt et les «terres rares», tous indispensables aux technologies de l'énergie propre.

« Notre technologie de minéralisation du carbone permet d'extraire efficacement les métaux critiques tout en convertissant le reste du mineraï en carbonates solides par la fixation du CO₂ capté », explique Park.

« Il est possible d'utiliser ces carbonates solides, entre autres comme matériaux de construction durables et agents de charge pour le papier et le plastique. »

Bien que les gouvernements du monde entier aient tenté d'augmenter le coût monétaire de l'émission atmosphérique de carbone par le recours à des taxes ou à des systèmes de plafonnement et d'échange, il s'agit encore aujourd'hui de l'option la moins chère et la plus facile à mettre en œuvre. Des améliorations considérables des technologies CCUS pourraient renverser cette dynamique et transformer le carbone de déchet à ressource précieuse – une ressource qui alimente une économie circulaire du carbone.

Si ces avancées portent leurs fruits, elles pourraient transformer des industries entières, en rendant les technologies propres plus abordables et en accélérant la transition vers une économie mondiale carboneutre – et les membres du programme Accélération de la décarbonisation, comme Park, s'efforcent de faire de cet avenir une réalité. •



Le groupe de recherche d'Alissa Park dans le laboratoire de l'Université Columbia, où elle a enseigné jusqu'en août 2023. Photo reproduite avec l'aimable autorisation d'Alissa Park.



Ah-Hyung "Alissa" Park, doyenne Ronald et Valerie Sugar de l'École de génie Samueli de l'Université de la Californie à Los Angeles et membre du programme Accélération de la décarbonisation

RÉSEAUX NOVATEURS

PAR KRISTA DAVIDSON

Des spécialistes de différents secteurs unissent leurs forces pour trouver des solutions d'IA responsables dans le domaine de la santé. Leurs travaux pourraient permettre de mieux prédire et prévenir des maladies mortelles comme le diabète et la cardiopathie.



« L'idée d'une IA responsable a fait couler beaucoup d'encre. Il est facile de considérer l'IA comme un artefact, mais la façon dont nous envisageons le déploiement et la gouvernance de ces technologies est plus complexe. »

James Shaw

Professeur adjoint à l'Université de Toronto, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur l'innovation responsable en santé

« Nous savons que c'est possible. Nous disposons de la technologie nécessaire, mais nous ignorons comment l'adapter à un système de soins de santé complexe et hautement réglementé. »

Laura Rosella

Professeure à l'École de santé publique Dalla Lana de l'Université de Toronto, titulaire de la Chaire de recherche du Canada en analytique de la santé des populations



Imaginez un avenir où la technologie aide les médecins à évaluer la probabilité qu'une population particulière soit atteinte de diabète de type 2, ou à repérer plus rapidement les signes d'une cardiopathie sur des images médicales. Les progrès de l'intelligence artificielle (IA) nous permettent d'améliorer sans cesse notre façon d'aborder les défis de longue date en santé et donnent lieu à de nouveaux outils qui favorisent un dépistage plus précoce et des soins plus personnalisés.

Même si l'IA a ouvert un monde de possibilités en santé, il reste encore beaucoup à faire pour surmonter les obstacles à son déploiement. Les Réseaux de solutions du CIFAR ont été mis en place pour mieux comprendre les impacts émergents de l'IA sur la société et mettre en œuvre des solutions responsables.

Actuellement, deux Réseaux de solutions du CIFAR abattent les obstacles et rassemblent des réseaux distincts de spécialistes interdisciplinaires, de scientifiques et de personnes issues des secteurs public et privé en vue de trouver des solutions.

Prédiction et prévention du diabète de type 2

Selon les National Institutes of Health, le diabète de type 2 est l'une des maladies chroniques dont l'incidence augmente le plus rapidement au monde. Il s'agit aussi d'une maladie très coûteuse; son fardeau économique devrait dépasser les 2 000 milliards de dollars américains d'ici 2030.

Au Canada, les statistiques révèlent une tendance inquiétante quant à l'augmentation du diabète : environ 50 millions de dollars par jour sont consacrés au traitement du diabète et à la prise en charge des complications connexes.

Comme le diabète de type 2 est évitable, ces statistiques sont décourageantes; malheureusement, les progrès sont freinés par une série de facteurs interdépendants : disparités socio-économiques, accès insuffisant aux soins de santé, coûts élevés des médicaments et manque d'accès à des aliments sains et abordables.

Le Réseau de solutions sur l'IA au service de la prédition et de la prévention du diabète du CIFAR collabore avec des partenaires de la région de Peel en Ontario – l'une des municipalités les plus grandes et les plus diversifiées du Canada affichant une prévalence élevée de diabète – afin de surmonter ces obstacles.

L'équipe participe à la conception conjointe d'un déploiement socialement responsable d'un ensemble d'algorithmes déjà validés, fondés sur l'apprentissage automatique et capables de prédire et donc de prévenir le diabète de type 2 à l'échelle de la santé populationnelle. Les membres du réseau espèrent que ce travail contribuera à promouvoir l'intégration des programmes de prévention et de prise en charge dans les segments de la population les plus à risque.

« Nous savons que c'est possible. Nous disposons de la technologie nécessaire, mais nous ignorons comment l'adapter à un système de soins de santé complexe et hautement réglementé », déclare Laura Rosella, professeure à l'École de santé publique Dalla Lana de l'Université de Toronto et titulaire de la Chaire de recherche du Canada en analytique de la santé des populations. Laura Rosella codirige le Réseau de solutions, composé de six spécialistes interdisciplinaires dans divers domaines comme la bioéthique, l'informatique, l'épidémiologie et la santé communautaire.

L'équipe travaille directement avec les prestataires

de soins, les responsables de la santé publique et d'autres instances afin de contribuer à la conception de la technologie. Celle-ci conjuguera les connaissances scientifiques sur la maladie et une plateforme d'IA pour l'intégrer à l'échelle de la population. L'équipe espère une mise en œuvre de son outil d'ici l'automne 2026.

« L'outil fait le pont entre la bonne gouvernance, la prise de décision et un processus systématique clair pour mobiliser les bonnes personnes au bon moment lors du déploiement des technologies », explique James Shaw, professeur adjoint à l'Université de Toronto et titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur l'innovation responsable en santé.

Vu la complexité du système de soins de santé, il convient d'aborder cette question avec prudence.

« L'idée d'une IA responsable a fait couler beaucoup d'encre, explique James Shaw. Il est facile de considérer l'IA comme un artefact, mais la façon dont nous envisageons le déploiement et la gouvernance de ces technologies est plus complexe, et cette responsabilité peut et devrait être intégrée à l'ensemble du processus. »

Transformer l'avenir de l'imagerie médicale grâce à l'IA

L'IA a déjà transformé la technologie de l'imagerie médicale – comme les rayons X, l'IRM et la tomodensitométrie – facilitant plus que jamais la détection, la prévention et le traitement des maladies. Cependant, au Canada, les restrictions actuelles limitent le déploiement des outils d'IA aux premiers stades de dépistage – qu'il s'agisse de modèles commerciaux ou de recherche – en raison de contraintes réglementaires et de préoccupations liées à la confidentialité et à la sécurité.

Une équipe de scientifiques multidisciplinaires s'est réunie pour former un Réseau de solutions sur l'IA intégrée au service de l'imagerie médicale. Leur nouvel outil, connu sous le nom de PACS (système d'archivage et de transmission d'images)-IA, pourrait révolutionner l'utilisation de l'IA en imagerie médicale.

Le système PACS est beaucoup utilisé dans les hôpitaux d'Amérique du Nord et d'Europe pour stocker les images médicales. Cependant, l'intégration de modèles d'IA dans un PACS s'est révélée difficile. Le système PACS-IA résout ce problème en fournissant une interface sécurisée pour permettre aux modèles d'IA d'interagir avec le PACS en temps réel, ce qui facilite la validation des tests et les processus d'approbation réglementaire. Par conséquent, cela accélère l'accès des médecins aux outils d'IA, améliore les soins à la patientèle et facilite l'évaluation de l'impact, ce qui, au bout du compte, améliore la précision diagnostique et les flux de travail cliniques.

« Notre logiciel est une solution clé en main qui s'intègre de manière transparente à un référentiel de données d'imagerie continuellement mis à jour », explique Robert Avram, coresponsable du Réseau de solutions. Avram est cardiologue interventionnel et professeur adjoint en clinique à la Faculté de médecine de l'Université de Montréal et à l'Institut de cardiologie de Montréal.

« Il prend en charge un grand nombre de modalités – des scans 3D et IRM complexes aux images 2D standard comme la radiographie thoracique – et facilite le déploiement rapide de modèles avancés de visualisation informatique pour mieux aider au diagnostic. »

Cet outil novateur a déjà contribué à des recherches novatrices et suscité un intérêt positif de la part de la communauté médicale, y compris une publication

« Notre logiciel est une solution clé en main qui s'intègre de manière transparente à un référentiel de données d'imagerie continuellement mis à jour. »

Robert Avram

Coresponsable du Réseau de solutions, cardiologue interventionnel et professeur adjoint en clinique à la Faculté de médecine de l'Université de Montréal et à l'Institut de cardiologie de Montréal

« Grâce à PACS-IA, le personnel clinique sera en mesure de traiter de nombreuses modalités et de normaliser les algorithmes. »

Samuel Kadoury

Ingénieur en logiciel informatique, professeur titulaire à Polytechnique Montréal et chercheur au Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM)



dans le *New England Journal of Medicine: Artificial Intelligence*. Dans une étude portant sur plus de 200 personnes à Montréal, à San Francisco et à Ottawa, CathEF – un algorithme d'IA de détection de la réduction de la fraction d'éjection en cas de crise cardiaque – a été intégré avec succès au système PACS-IA. Il s'est démontré à la fois rapide et précis, fournissant des prédictions en moins de cinq secondes et identifiant de manière fiable les lésions cardiaques sous-jacentes.

« Grâce à PACS-IA, le personnel clinique sera en mesure de traiter de nombreuses modalités et de normaliser les algorithmes », ajoute Samuel Kadoury, ingénieur en logiciel informatique, professeur titulaire à Polytechnique Montréal et chercheur au Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM). « Cela signifie qu'il est possible de recourir aux mêmes algorithmes de prédiction basés sur l'IA, quel que soit le lieu d'acquisition des images ou leur utilisation en recherche ou dans des essais cliniques. »

L'équipe, qui compte des spécialistes de la cardiologie, de l'informatique, de l'analytique en santé, du droit des technologies de l'information, de l'imagerie médicale et de l'apprentissage automatique, travaille à la fois sur une plateforme de PACS-IA à code source ouvert et fermé. Son expertise interdisciplinaire permettra de transposer les outils d'IA dans les soins de santé et d'offrir à d'autres scientifiques et spécialistes cliniques des mécanismes d'IA responsables – par exemple, un ensemble de mesures d'équité qui peuvent aider les médecins à évaluer les données utilisées pour entraîner les modèles – qui contribueront à faire progresser la recherche future.

« De nombreuses plateformes existantes sont à code

source fermé et difficiles à modifier. Nous souhaitons soutenir à la fois la communauté de la recherche et la communauté clinique. Notre objectif est de disposer de modèles de pointe qui ne sont pas encore réglementés à utiliser aux fins d'expérimentation, mais nous voulons aussi pouvoir soutenir les algorithmes réglementés qui ont reçu l'approbation de Santé Canada ou de la FDA pour les soins cliniques », explique Avram.

L'objectif est de permettre aux médecins possédant différentes expertises et spécialités, telles que la radiologie et l'oncologie régionale, d'intégrer des outils d'IA dans leur flux de travail clinique, tout en améliorant l'accès aux épreuves médicales avancées et aux soins de santé.

Au moment de la parution de la présente revue, le système PACS-IA a déjà été intégré comme outil de recherche à l'Institut de cardiologie de Montréal, au CHUM et à l'Institut de cardiologie d'Ottawa, et d'autres sont à venir.

Elissa Strome, directrice générale de la Stratégie pancanadienne en matière d'IA au CIFAR, déclare : « Au fil de l'intégration de l'IA dans nos systèmes de soins de santé, le défi consistera à garantir que les progrès réalisés respectent les valeurs d'une innovation responsable et éthique. En créant des lieux de collaboration entre les disciplines et les secteurs, et en incluant les personnes utilisatrices et la patientèle dans le processus de conception, ces réseaux façonnent un avenir où l'exploitation des données, de l'IA et de l'expertise en contexte réel se traduira par la prestation de soins de meilleure qualité. »

Les Réseaux de solutions du CIFAR préparent le terrain à un avenir dynamique, équitable et sain. •



ROBOTS DOTÉS D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Ces robots d'assistance sociale pourraient révolutionner les soins aux personnes âgées

PAR ABEER KHAN

Au-delà des Réseaux de solutions, les membres du CIFAR exploitent l'IA pour résoudre d'autres problèmes importants dans le domaine des soins de santé, y compris comment soutenir la population canadienne vieillissante.

« Au Canada, les personnes âgées forment le groupe démographique dont la croissance est la plus rapide. Selon Statistique Canada, les personnes âgées vivant jusqu'à 85 ans et plus pourraient se heurter à un certain nombre de limitations et de problèmes de santé qui exercent une pression croissante sur tous les paliers de gouvernement en vue d'assurer un soutien adéquat.

Goldie Nejat, membre du programme Innovation, équité et avenir de la prospérité du CIFAR, entend atténuer cette pression grâce à des robots d'assistance sociale. Ces robots

dotés d'intelligence artificielle sont conçus pour effectuer des interventions cognitives et sociales dans les établissements de soins de longue durée, en aidant les personnes âgées dans leurs activités de la vie quotidienne et en dirigeant des activités récréatives de groupe, qu'il s'agisse de préparer les repas, de jouer à des jeux de mémoire ou même d'animer une partie de bingo.

« Avec l'âge, le risque de déficience physique et cognitive augmente. Les robots peuvent révolutionner les soins et répondre à la demande croissante et au besoin urgent de soins à la population vieillissante », déclare Nejat.

Son équipe se concentre sur la conception de robots d'assistance sociale intelligents pour aider les gens, améliorer leur qualité de vie et leur bien-être, et aider à favoriser l'autonomie et le vieillissement chez

soi. Les robots peuvent répondre aux besoins et aux souhaits des groupes cibles, qu'il s'agisse de personnes âgées ou de personnes proches aidantes.

« Il est également essentiel de soutenir les personnes proches aidantes en raison du fardeau émotionnel, physique et psychologique qu'elles connaissent », explique Nejat.

En plus des applications liées aux soins aux personnes âgées, les recherches de Nejat visent à mettre au point des systèmes mécaniques, électriques et informatiques intelligents ayant des applications dans les domaines de l'intervention d'urgence, de la recherche et du sauvetage, de la vente au détail, de la sécurité et de la surveillance, ainsi que de la fabrication. Ses travaux illustrent comment l'IA accélère les progrès dans des domaines extrêmement différents.



DE L'EAU, PARTOUT DE L'EAU

PAR TY BURKE
ILLUSTRATIONS PAR CORNELIA LI

La recherche quantique du CIFAR veut vous mettre les technologies d'analyse de l'eau dans la paume de la main

L'eau potable est un besoin fondamental. Pourtant, selon la Banque mondiale, près de 2 milliards de personnes dans le monde n'y ont pas un accès fiable. Chaque année, 3,5 millions de personnes meurent de maladies d'origine hydrique comme la dysenterie et le choléra. Les contaminants tels que les plastiques, l'arsenic et les produits chimiques dangereux peuvent contribuer à des problèmes de santé à long terme comme le cancer.

Les membres du programme Informatique quantique du CIFAR veulent pallier cette situation par la mise au point de capteurs quantiques portatifs capables d'identifier les contaminants dans l'eau afin d'aider les gens à déterminer les risques avant qu'il ne soit trop tard.

« Idéalement, il faudrait une technologie non invasive, peu coûteuse et portable », explique Ashok Ajoy, professeur adjoint de chimie à l'Université de la Californie à Berkeley et membre du programme des chercheurs mondiaux CIFAR-Azrieli. « De cette façon, un déploiement à grande échelle est possible. »

Ajoy collabore avec Christine Muschik, Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo, à la mise au point d'un appareil de spectroscopie par résonance magnétique nucléaire capable d'identifier des quantités infimes de contaminants en mesurant leur effet sur le spin des électrons. Dans cet appareil, de minuscules gouttelettes d'eau sont incorporées à une goutte d'huile et acheminées à grande vitesse dans un minuscule canal. Le liquide passe devant un capteur composé de nanoparticules de diamant.

Et la magie réside dans leurs défauts, appelés centres azote-lacune. Ces centres deviennent fluorescents – ou s'illuminent – une fois exposés au magnétisme.

« Ces défauts expliquent la couleur rose d'un diamant, précise Ajoy. Et si vous les éclairez d'une lumière verte, ils deviennent rouges. Cette fluorescence est une propriété du spin de l'électron dans le centre du défaut. La quantité de fluorescence dépend du spin de l'électron et peut se mesurer avec une très grande précision. »

Cette technologie ouvre la voie à l'identification de contaminants particuliers, comme les plastiques ou les produits chimiques agricoles, en fonction de leur signature magnétique propre. L'appareil d'Ajoy et Muschik est d'une extrême sensibilité; il peut détecter des niveaux

Ashok Ajoy, professeur adjoint de chimie à l'Université de la Californie à Berkeley



de magnétisme correspondant à un millionième de l'intensité du champ magnétique terrestre.

Cet appareil promet d'être précis et portable, et constituerait une amélioration remarquable par rapport aux technologies utilisées aujourd'hui pour identifier les contaminants. Parmi ces technologies figure le spectromètre de masse, une sorte de balance atomique qui existe depuis des dizaines d'années.

La spectrométrie de masse permet de détecter des quantités infiniment petites d'un matériau par la mesure de son poids atomique. Mais ces appareils peuvent être aussi volumineux qu'un salon et coûter des millions de dollars. Il est donc impossible d'en apporter un au puits d'un village rural ou dans une zone sinistrée où l'approvisionnement en eau a été compromis.

« En principe, il serait possible de fabriquer un appareil de très petite taille, à faible coût, explique Ajoy. Comme il comporte des diamants, les gens pensent souvent qu'il est coûteux, mais les diamants en question sont très bon marché. Lors d'une expérience récente, les diamants de l'appareil ont coûté moins cher que l'huile dont nous nous sommes servis. Et le laser pourrait n'être qu'une diode bon marché. Cet appareil n'a rien d'extraordinaire et sa fabrication pourrait se faire à relativement petit prix. »

Comme beaucoup d'autres technologies de détection quantique, la technologie de la résonance magnétique nucléaire est plus évolutive que révolutionnaire. Les capteurs quantiques peuvent être plus sensibles, moins coûteux ou portables, ce qui ouvre la voie à de nouvelles applications et met la technologie entre les mains de personnes qui n'y ont pas accès aujourd'hui.

Ajoy estime que la flexibilité du financement du CIFAR a favorisé l'avancement de ces recherches. Ce soutien lui a permis d'assister à des conférences sur la détection moléculaire qui ont approfondi sa compréhension de la technologie des gouttelettes. En outre, les réunions semestrielles du programme Informatique quantique du CIFAR ont permis à Ajoy de tisser des liens avec des scientifiques de premier plan comme Muschik, qui a apporté une perspective théorique à ces travaux. •

GEOFFREY HINTON

Un effort de longue haleine en IA, prix Nobel à l'appui

PAR LIZ DO



Quand Geoffrey Hinton s'est joint au CIFAR en 1987, les réseaux neuronaux artificiels – des systèmes informatiques basés sur le cerveau et le système nerveux humains – ont été accueillis avec scepticisme quant à leur éventuelle efficacité. Mais Hinton a entrevu un avenir différent.

« Mon message principal consiste à dire que si l'on veut faire de la recherche fondamentale importante, il faut chercher quelque chose où les gens, selon nous, font fausse route. » Et d'ajouter : « Vous ne devriez pas renoncer à vos convictions avant d'avoir compris pourquoi vous avez tort. »

Le CIFAR a lui aussi envisagé un avenir différent. Convaincu depuis longtemps que l'avancement de la recherche fondamentale constitue la clé d'un impact transformateur, le CIFAR a prédit le potentiel que pouvait représenter l'IA pour le monde. L'organisation a soutenu très tôt les recherches et la vision de Hinton.

« Je suis venu au Canada en 1987 en partie parce que le CIFAR m'a offert une bourse », explique-t-il, ajoutant que cela lui a permis de réaliser d'importants travaux tout en enseignant à l'Université de Toronto.

En 1983, le CIFAR a lancé le programme IA, robotique et société. Plus tard, en 2004, il a lancé le programme Apprentissage automatique, apprentissage biologique, dont Hinton deviendrait un membre de longue date aux côtés de ses collègues pionniers de l'IA, Yoshua Bengio et Yann LeCun. En 2018, tous trois ont reçu le prix A.M. Turing, considéré comme le « prix Nobel d'informatique ».

Depuis plus de 20 ans, le programme Apprentissage automatique, apprentissage biologique contribue à maintenir le leadership du Canada en IA, grâce aux travaux de pointe de ses membres et au réseau de relations que le CIFAR a mis en place – et continue de forger – pour faire germer les idées.

Bien sûr, aujourd'hui, les réseaux neuronaux ont révolutionné le monde, propulsant les progrès en matière de santé, de transport et de communication, entre autres; leur essor témoigne de la nécessité d'un travail de longue haleine et du pouvoir de la recherche fondamentale.

« Souvent, la recherche fondamentale n'a pas de retombées avant de nombreuses années, affirme Hinton. Les personnalités politiques s'intéressent à quelque chose dont elles peuvent s'attribuer le mérite, mais il leur est difficile de s'attribuer le mérite des résultats [si les progrès de la recherche prennent de nombreuses années]. Voilà pourquoi nous devons continuer à les encourager à financer ces recherches. »

Il a fallu des décennies pour que les travaux de Hinton surmontent le scepticisme et deviennent révolutionnaires. En 2024, il a reçu le prix Nobel de physique, conjointement avec le physicien John J. Hopfield, une reconnaissance qu'il qualifie de « très satisfaisante ».

« Cela veut dire en gros qu'à l'époque, il y a bien des années, lorsque nous travaillions sur les réseaux neuronaux et que tout le monde disait que ce n'était pas la bonne approche, nous avions raison. » •

PAUL HOFFMAN

Un visionnaire qui a élucidé les mystères glacés de la Terre

PAR LIZ DO

Lorsque Paul Hoffman s'est joint au programme Évolution du système terrestre en 1995, il était largement reconnu pour avoir démontré que la tectonique des plaques est à l'œuvre sur Terre depuis des milliards d'années. Le soutien du CIFAR lui a toutefois permis d'explorer de nouvelles idées ambitieuses qui transcendent la pensée conventionnelle.

Sa curiosité l'a poussé à contribuer à l'hypothèse de la Terre boule de neige, selon laquelle l'expansion de la glace de mer polaire a fini par atteindre un seuil critique, plongeant l'océan tout entier dans une glaciation globale profonde qui a duré des millions d'années. Au fil du temps, l'accumulation progressive de gaz à effet de serre d'origine volcanique a déclenché un réchauffement rapide et spectaculaire, conduisant à une période de chaleur intense jusqu'à ce que les gaz excédentaires soient finalement éliminés. Ces variations climatiques extrêmes auraient eu de profondes répercussions sur l'évolution de la vie microbienne, qui était déjà bien établie à l'époque où les événements liés à la Terre boule de neige se seraient produits.

Au départ, l'hypothèse audacieuse de Hoffman a soulevé la controverse, suscitant des recherches poussées et des débats au sein de la communauté scientifique, et même au sein du programme Évolution du système terrestre.



Cependant, «le CIFAR s'est montré très encourageant, explique-t-il. Pourquoi me suis-je battu au départ contre beaucoup d'opposition? Parce que chaque année, mes rencontres avec les [membres] du CIFAR confirmaient mon parcours et, bien entendu, accéléraient mes progrès, car j'avais l'occasion de rencontrer des spécialistes de renommée mondiale et d'échanger avec eux.»

L'hypothèse de la Terre boule de neige constitue à présent une pierre angulaire de la recherche moderne sur le système terrestre. Grâce à ces travaux d'avant-garde, Hoffman a reçu le prestigieux prix de Kyoto en sciences fondamentales en 2024, ce qui fait de lui le premier géologue à recevoir cette distinction. «Le plus excitant, c'est que la géologie ait été reconnue comme une science fondamentale», déclare-t-il.

Ses contributions ont non seulement permis d'approfondir notre compréhension du passé glacé de la Terre, mais ses travaux nourrissent aussi les recherches en cours sur le changement climatique et la biologie évolutive. La recherche en sciences de la Terre se poursuit encore aujourd'hui au CIFAR dans le cadre du programme Terre 4D : Science et exploration du sous-sol.

Évoquant sa carrière universitaire, Hoffman souligne que le soutien du CIFAR au profit de la recherche fondamentale ainsi que son environnement interdisciplinaire se sont révélés essentiels à la réalisation de son travail visionnaire depuis le tout début.

«Travailler avec un groupe aussi diversifié que celui du CIFAR et se réunir chaque année pour discuter de nos recherches en cours a été extrêmement précieux, déclare-t-il. Sans le CIFAR, je n'aurais jamais pu obtenir le succès que j'ai connu avec la Terre boule de neige.» •



1

FORUM SUR L'INTERDISCIPLINARITÉ RADICALE DU CIFAR QUELQUES PHOTOS

PAR LIZ DO ET ABEER KHAN
PHOTOS PAR MARC BADER

En mars 2025, des scientifiques du Canada et de la Suisse de diverses disciplines se sont réunis à Genève pour le Forum sur l'interdisciplinarité radicale du CIFAR. Organisé en partenariat avec le Fonds national suisse (FNS), le forum a permis à de remarquables jeunes universitaires et à des stagiaires au postdoctorat de cerner des sujets de pointe en recherche interdisciplinaire et de créer des occasions de collaboration pour les scientifiques en début de carrière afin de leur permettre de prendre des risques dans une perspective interdisciplinaire.

Le thème de cette année, *Sans limites*, a encouragé les personnes participantes à penser au-delà des disciplines, des frontières et des espèces – depuis les plus petites cellules des systèmes vivants jusqu'à l'exploration de la vie en dehors de notre planète.

Voici un aperçu de l'énergie, de la curiosité et de la collaboration qui ont marqué notre tout premier Forum sur l'interdisciplinarité radicale.

1 Comme d'autres personnes présentes, Rita Orji, professeure d'informatique à l'Université Dalhousie, a exploré Genève et collaboré en dehors d'un cadre formel au Musée d'histoire des sciences, situé dans le parc de la Perle du Lac. Le musée présente des instruments scientifiques anciens, et ses galeries exposent des percées scientifiques et des révolutions dans le domaine des connaissances et des idées scientifiques.

2 Stephen Toope (à droite), président et chef de la direction du CIFAR, a animé un panel sur l'importance de repousser les limites de la recherche. Parmi les membres du panel, notons (à partir de la gauche) : Torsten Schwede, président du conseil de

la recherche du FNS; Pippa Wells, directrice adjointe de la recherche et de l'informatique au CERN; et Frédérique Guérin, directrice adjointe des programmes stratégiques à Geneva Science-Policy Interface.

3 Syed Ishtiaque Ahmed, professeur agrégé d'informatique à l'Université de Toronto, figurait parmi les personnes qui ont pris la parole lors de cette rencontre de trois jours. Ces personnes avaient une minute pour présenter leurs recherches, en expliquant comment celles-ci s'inscrivent dans les thèmes de l'absence de limites et de l'interdisciplinarité.

4 Les personnes participantes au Forum posent pour une photo de

groupe. La rencontre a encouragé les scientifiques en début de carrière à prendre des risques audacieux, à repousser les limites et à collaborer entre disciplines. «Le CIFAR a offert un environnement de collaboration exceptionnel où des scientifiques de divers domaines ont pu se réunir et partager leurs connaissances. À l'ère de la spécialisation croissante, de telles possibilités d'échanges interdisciplinaires authentiques sont devenues de plus en plus rares», a déclaré Adrian-Stefan Andrei, chef de groupe et boursier Ambizione du FNS à l'Université de Zurich.

5 Sian Kou-Giesbrecht, professeure adjointe au département des sciences de la Terre et de l'environnement de l'Université Dalhousie, faisait partie des

personnes qui ont participé aux tables rondes dynamiques. Parmi les sujets pressants abordés, mentionnons l'IA, le pouvoir et la connaissance, la science et la culture, et l'intégration de l'éthique dans la génomique et les sciences de l'environnement. Chaque séance a débuté par de brèves présentations afin de susciter un dialogue interdisciplinaire audacieux.

6 Janina Altshuler, professeure adjointe à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (à gauche) et Peter Higgins, stagiaire postdoctoral Kavli-Laukien à l'Université Harvard (à droite) profitent d'une pause-café pour apprendre de leurs pairs au-delà des disciplines et des frontières.



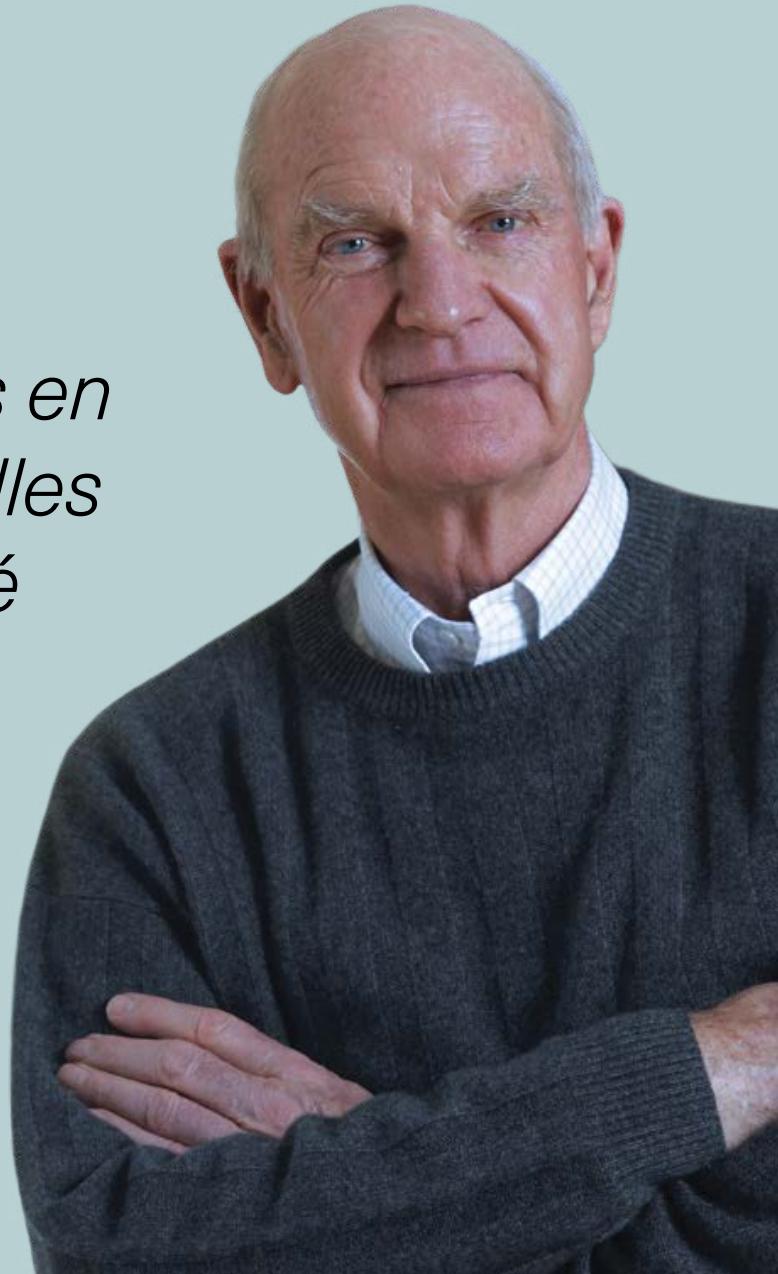
RALPH M. BARFORD

Une vie près des gens et pleine de possibilités

PAR JP UDO

« Il était toujours en quête de nouvelles frontières, excité par l'avenir. »

– Beth Malcolm



Le don récent de la Fondation Ralph M. Barford a permis la création de l'Initiative pour la découverte Ralph M. Barford du CIFAR, qui renforcera l'analyse prospective afin d'anticiper les défis et les possibilités dans les décennies à venir.

La vie de Ralph M. Barford a été marquée par une quête incessante de découvertes – un fil conducteur tissé à travers ses rôles de visionnaire en affaires, de père de famille dévoué, d'explorateur intrépide et de bienfaiteur de la première heure du CIFAR.

En hommage à cet héritage, les membres du conseil d'administration de la Fondation ont fait un don important afin de créer l'Initiative pour la découverte Ralph M. Barford du CIFAR. Cette initiative renforce la capacité d'analyse prospective du CIFAR, permettant une stratégie proactive de repérage des possibilités et des défis émergents qui se présenteront dans 20 à 30 ans.

Élevé à Toronto, Ralph a très tôt été fasciné par les nouvelles frontières, nourrissant une curiosité pour les gens et l'avenir qui a façonné son parcours extraordinaire.

Après ses études à la Harvard Business School, sous le mentorat du pionnier du capital-risque Georges F. Doriot, Ralph s'est lancé dans l'aventure de l'entrepreneuriat. « Il était toujours en quête de nouvelles frontières, excité par l'avenir », remarque sa fille, Beth Malcolm. « C'était un homme d'affaires très pragmatique qui cherchait toujours à gérer les risques, mais il est resté un grand optimiste qui avait foi en l'humanité. » L'optimisme de

Ralph et sa confiance dans le potentiel des gens se sont naturellement transposés dans son rôle de père, où il a inculqué le même enthousiasme pour l'exploration à ses six enfants.

Sa passion pour la découverte s'est exprimée de la manière la plus vive lors de ses nombreux voyages, qui lui ont fait découvrir presque tous les pays de la planète. Ces périples l'ont transformé, lui faisant découvrir des personnes, des lieux et des idées de toutes sortes, chaque rencontre élargissant ses horizons. Beth se souvient clairement de sa joie et de sa gratitude lorsqu'il racontait ces expériences : « On pouvait voir son étonnement devant la chance qu'il avait d'avoir rencontré ces gens et de pouvoir partager leur récit avec nous. »

Son ami et collègue Tony Arrell, chef d'entreprise prospère et philanthrope

engagé, a déclaré : « Ralph avait cette incroyable capacité de voir des possibilités là où d'autres voyaient de l'incertitude. Il voyait un monde débordant d'occasions à saisir et il me semble que son soutien au CIFAR était le prolongement de son optimisme. »

Bruce Mitchell, chef d'entreprise de renom et membre émérite du conseil d'administration du CIFAR, a ajouté : « Il était tout à fait dans la nature de Ralph de reconnaître l'immense potentiel de la vision de Fraser Mustard pour le CIFAR, une idée révolutionnaire. Investisseur avisé, entrepreneur et leader audacieux, Ralph aurait rapidement estimé que les possibilités dépassaient de loin les risques. »

Ralph accordait une grande importance au fait de s'entourer de personnes intelligentes qui apportaient une expertise et des perspectives diverses. À cette fin, le récent don de la Fondation Barford au CIFAR témoigne de son engagement en faveur de la découverte intellectuelle et de sa conviction que le progrès véritable est le fruit d'une collaboration réfléchie entre des cerveaux brillants et curieux.

Ce don généreux favorise la réalisation de l'un des principaux objectifs stratégiques du CIFAR : l'anticipation des défis et des possibilités à venir. Par l'exploration des questions susceptibles de définir le monde dans 10 ans, 20 ans ou plus, l'Initiative pour la découverte Ralph M. Barford du CIFAR aidera l'organisation à repérer les menaces et les possibilités émergentes qui auront une incidence sur la santé et la prospérité dans le monde entier.

Beth résume à merveille l'héritage de son père, en soulignant les aspects personnels et communautaires de la découverte. Évoquant l'importance du don de la fondation au CIFAR, elle souligne d'un ton chaleureux : « Ce don va mener à l'aventure. Je pense que le conseil d'administration savait que cela lui plairait; c'est une façon formidable d'honorer sa mémoire. » •

La communauté donatrice est essentielle pour nous aider à répondre à certaines des questions les plus importantes auxquelles la science et l'humanité sont confrontées. Joignez-vous à notre communauté donatrice mondiale : cifar.ca/fr/faites-un-don-sans-tarder



VOIR PLUS LOIN QUE LE BOUT DE ... SA FOURCHETTE

Les membres du programme Avenir et épanouissement recourent à l'alimentation pour lutter contre l'extractivisme et l'inégalité à l'échelle mondiale

PAR LIZ DO

Depuis plus de dix ans, les chercheurs Daniel Fernández Pascual et Alon Schwabe, membres du programme Avenir et épanouissement, collaborent au projet *Cooking Sections*. Leur travail porte sur les systèmes qui définissent le monde à travers l'alimentation, en retraçant les héritages spatiaux, écologiques et politiques de l'extractivisme - l'extraction à grande échelle de ressources brutes et naturelles aux fins d'exportation.

Cooking Sections les a conduits dans le nord d'Istanbul pour explorer les écologies fragiles des zones humides à travers la vie des buffles d'Inde semi-sauvages et à Kivalian, un village Iñupiaq de l'Alaska arctique, pour documenter les voix locales qui luttent pour la relocalisation et la justice climatique.

Depuis 2016, ils travaillent sur les îles de Skye et Raasay, en Écosse. Là-bas, on donne une nouvelle vie aux coquillages jetés par les restaurants en les transformant en matériau de construction et en installation artistique. *Bivalve Murals* propose un processus artistique et écologique en réaction aux dommages environnementaux causés par l'élevage du saumon.

« Des décennies d'élevage intensif du saumon ont entraîné de

la pollution et des zones mortes qui détruisent l'environnement marin, non seulement en Écosse, mais aussi dans de nombreux autres endroits sur la planète, dont le Canada », a déclaré Fernández Pascual, chercheur principal de CLIMAVORE x Jameel au Royal College of Art (RCA), au Royaume-Uni.

En tant que solution de recharge au saumon, les bivalves – mollusques aquatiques tels que les palourdes, les moules et les huîtres – constituent une forme d'aquaculture à faible impact. Contrairement au saumon, ils n'ont pas besoin d'antibiotiques ni d'intrants synthétiques et filtrent et nettoient activement l'eau qui les entoure.

« Nous avons appelé au désinvestissement de l'élevage du saumon et à l'investissement dans d'autres formes d'aquaculture plus régénératrices, et invité à la collaboration avec la population pour faire la transition en mettant à profit les traditions culturelles », explique Schwabe, qui est aussi chercheur principal à CLIMAVORE x Jameel au RCA.

Fernández Pascual et Schwabe ont travaillé avec des restaurants pour retirer le saumon du menu et avec des écoles locales pour mettre en place des programmes

d'apprentissage afin de former la prochaine génération de cuisinières et cuisiniers à l'utilisation des bivalves.

Pour réduire les déchets alimentaires, ils utilisent les coquilles de bivalves collectées et jetées par les restaurants locaux pour créer un matériau de type terrazzo qui offre une solution de recharge durable au ciment. Ils ont utilisé le matériau compacté pour créer des peintures murales artistiques, réalisées en deux parties, des « jumelles », comme ils les appellent. L'une d'entre elles est installée dans un espace communautaire local, et son homologue entrera dans une collection muséale au MSU Broad Museum et à l'Université d'Édimbourg. La vente de ces œuvres contribuera au financement d'une installation de production locale du matériau.

Au-delà de l'innovation matérielle, le projet se veut un modèle à long terme de réparation écologique et culturelle.

« Pour nous, réussir signifie trouver le moyen de pérenniser ces processus, non seulement pour trois ans, mais pour cent ans, a déclaré Fernández Pascual. Que se passerait-il si cette action et cette recherche localisées étaient rassemblées en un seul endroit pour une très longue période ? » •

Voici votre œuvre!

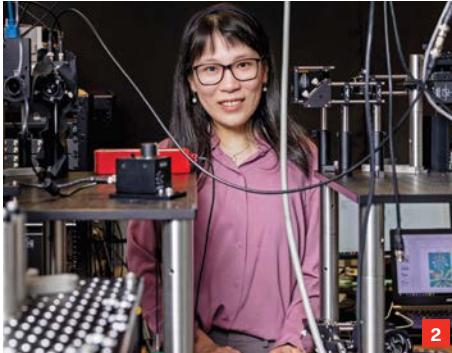
Grâce à vous, ces scientifiques de renommée mondiale et ces leaders de la prochaine génération sont motivés à repousser les limites scientifiques traditionnelles. Le soutien de la communauté donatrice du CIFAR stimule leur curiosité, transformant les idées en connaissances et en impact durable.

M

E

R

C



1. De nouvelles conversations voient le jour lors du Symposium de perfectionnement du leadership des femmes en recherche de CIFAR, à Kigali (Rwanda).

2. Qiong Ma, membre du programme des chercheurs mondiaux CIFAR-Azrieli, dans son laboratoire d'optique.

3. Rich Sutton, titulaire de chaire en IA Canada-CIFAR, a reçu le prestigieux prix Turing en 2025 pour ses avancées révolutionnaires en informatique.

4. À l'Université des Nations Unies à Tokyo (Japon), le membre du programme des chercheurs mondiaux CIFAR-Azrieli Benjamin Rosman se joint au recteur, le professeur Tshilidzi Marwala.

5. Les membres du CIFAR Yoshua Bengio et Yann LeCun, anciens lauréats du prix Turing, discutent des liens entre le CIFAR et leur travail.

6. Les stagiaires de l'École d'hiver sur la neuroscience de la conscience.

7. L'École d'été sur l'apprentissage profond et l'apprentissage par renforcement 2024.





L’Institut canadien de recherches avancées (CIFAR) est une organisation de recherche d’influence mondiale fièrement basée au Canada. Nous mobilisons les plus brillantes personnes du monde, dans toutes les disciplines et à tous les stades de carrière, pour faire progresser les connaissances transformatrices et résoudre ensemble les plus grands problèmes de l’humanité. Nous recevons l’appui des gouvernements du Canada, de l’Alberta et du Québec, ainsi que de fondations, d’individus, d’entreprises et d’organisations partenaires du Canada et du monde entier.

Centre MaRS, tour Ouest
661, av. University, bureau 505
Toronto (Ontario) M5G 1M1
Canada

SUIVEZ-NOUS SUR :

 @nouvelles_cifar  @cifar.ca_fr
 /cifarvideo  /cifar

ABONNEZ-VOUS À NOS BULLETINS :

cifar.ca/fr/abonnez-vous

Numéro d’enregistrement d’organisme de bienfaisance :
11921 9251 RR0001

CIFAR.CA/FR