

# L'intelligence numérique au service de l'économie circulaire

Programme du 13 mars 2024

HEC Montréal, Édifice Côte-Sainte-Catherine

Symposium conjoint :



**13h30**                    **Ouverture**

**13h45 à 15h30**        **Bloc 1**

13h45 à 14h10            **Martin Deron**, Université de Montréal

**Le défi numérique : une approche prospective pour la convergence des transitions numériques et écologiques**

Chemins de transition est une initiative conjointe de l'Université de Montréal et Espace pour la vie, qui vise à rassembler la communauté universitaire au côté des autres forces de vive de la société québécoise pour relever ensemble les défis les plus complexes de la transition écologique au Québec. Parmi les questions explorées, le défi numérique s'interroge sur les façons de faire converger la transition numérique et la transition écologique. En effet, les technologies numériques représentent des outils précieux pour s'adapter aux conséquences des bouleversements écologiques et accélérer la transition vers une société plus soutenable. Mais le revers de la médaille ne peut être négligé : malgré les gains d'efficacité énergétique de cette industrie, la fabrication et l'usage de ses équipements vont faire exploser les émissions de gaz à effet de serre, au moment même où la lutte aux changements climatiques exigerait plutôt un effort drastique pour les faire diminuer. Chemins de transition a mobilisé une diversité de scientifiques et de parties prenantes pour rassembler nos savoirs existants sur ce défi encore peu étudié.

Martin Deron est spécialiste des enjeux à l'intersection des technologies numériques et de la transition écologique. Son expertise est mise à contribution au sein de Chemins de transition, une initiative de l'Université de Montréal qui s'intéresse aux impacts des bouleversements écologiques sur la société québécoise.

14h10 à 14h35            **Mir Mostafavi**, Université Laval

**Vers un jumeau numérique géospatial aux services de l'économie circulaire: le cas de valorisation des matières organiques**

La réalisation d'un prototype de jumeau numérique consiste en la conception et le développement d'une base de données qui intégrera des données spatio temporelles sur les gisements de matières organiques résiduelles à l'échelle des ménages, des industries, commerces et institutions et leur évolution sur plusieurs années pour la Ville de Québec. Cette plateforme numérique contiendra l'information nécessaire pour aborder également les aspects d'optimisation de collecte et de transport de ces matières ainsi que leur traitement et distribution dans les champs agricoles. L'approche proposée est basée sur la méthode Agile de développement d'une base de données et consiste en une première étape d'analyse des besoins, suivie par la conception et la modélisation de la base de données requise, puis de son implémentation et son test, et ce, de façon itérative. En parallèle à ces étapes, un inventaire des sources de données disponibles sera effectué. Pour les sources jugées pertinentes, des ententes seront établies pour l'acquisition continue des données. Suivront le peuplement de la base de données avec les données acquises et un essai sous la forme d'un cas d'utilisation visant à valider le contenu de la base de données pour la collecte et le transport optimal de ces matières.

Mir Abolfazl Mostafavi est professeur titulaire au Département des sciences géomatiques de l'Université Laval. Il est également chercheur au Centre de recherche en données et intelligence géospatiales (CRDIG) et membre du Réseau de recherche en économie circulaire (RRECQ). Son expertise est dans le domaine de l'acquisition, de la structuration, d'analyse et de visualisation de données géospatiales. Ses intérêts de recherche portent entre autres sur la conception et le développement de nouvelles méthodes, technologies géospatiales pour répondre aux enjeux complexes en lien avec le développement de ville et de mobilité intelligente, inclusive et durable suivant une approche écosystémique. Il travaille sur l'apport des sciences et technologies de l'information géospatiale telles que des SIG, GPS, réseaux de capteurs, IdO, jumeau numérique et l'IA à la mobilité inclusive et durable à l'économie circulaire l'ère des villes et des territoires intelligents et connectés.

14h35 à 15h                **Amina Lamghari**, UQTR

**Transformer les déchets en richesse : comment l'intelligence numérique peut favoriser la circularité dans l'entretien hivernal des routes**

L'entretien hivernal des routes au Québec nécessite près de 2 millions de tonnes d'abrasifs chaque année pour assurer la sécurité des usagers de la route. La plupart de ces abrasifs sont récupérés comme matière résiduelle au printemps et envoyés aux sites d'enfouissement. Ce système linéaire gaspille des ressources naturelles non renouvelables, pollue l'environnement et coûte de l'argent aux contribuables. Dans cette présentation, nous allons explorer comment transformer ce défi environnemental en une opportunité économique en adoptant une approche circulaire qui donne une seconde vie à cette matière résiduelle pour diverses applications écologiques : construction et agriculture, ou comme matériau abrasif pour les

prochaines saisons hivernales. Nous allons également illustrer comment l'intelligence numérique, notamment l'analyse de données et la simulation, peut guider la transition vers une économie circulaire faible en carbone dans ce secteur.

Amina Lamghari est professeure agrégée au département de gestion de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). Avant de se joindre à l'UQTR, elle a occupé un poste d'associée de recherche au laboratoire COSMO-Stochastic Mine Planning de l'Université McGill. Ses recherches portent sur l'optimisation combinatoire, l'optimisation stochastique, les méthodes (méta)heuristiques et leurs applications dans les domaines de la logistique, de la planification minière et de l'économie circulaire.

15h à 15h25 **Christophe Abrassart**, Université de Montréal

### **Apports et limites des IA génératives pour imaginer des scénarios de transition vers l'économie circulaire**

Les intelligences artificielles (IA) génératives, comme ChatGPT, sont souvent présentées comme des outils permettant de renforcer la créativité dans la conduite des projets. Mais de quel type de créativité s'agit-il au juste ? D'une créativité se situant au voisinage du "dominant design" ou permettant d'explorer des agencements sociotechniques inconnus ? Comment alors la conception de scénarios de transition qui bousculent les paradigmes actuels, comme dans le cas de l'économie circulaire, pourrait-elle en bénéficier ? Cette intervention confrontera la conception de scénarios prospectifs sur l'économie circulaire par des méthodes "à la main" et par IA générative.

Christophe Abrassart est professeur agrégé à l'École de design de l'Université de Montréal où il enseigne les méthodes d'éco-conception et de prospective par scénario pour la transition écologique. Il est co-directeur du Lab Ville Prospective (<https://labvilleprospective.org>) et co-responsable à l'OBVIA (<https://observatoire-ia.ulaval.ca>) de l'axe de recherche sur la sobriété numérique et la transition socio-écologique. En 2018, il a été responsable de la co-construction de la Déclaration de Montréal sur l'IA responsable (<https://declarationmontreal-iaresponsable.com/la-declaration/>).

**15h30 à 16h00** **Pause**

**16h00 à 17h30** **Bloc 2**

16h à 16h30 **Jean-Marc Frayret**, Polytechnique Montréal

### **Optimisation de la conception et du pilotage de systèmes logistiques de l'économie circulaire : projets et défis**

L'économie circulaire est un concept clé de la conception et de l'opérationnalisation de solutions durables pour répondre aux défis environnementaux et économiques contemporains. Un de ses principes fondamentaux consiste à réduire la consommation de ressources naturelles en collectant, réutilisant, recyclant et revalorisant les déchets, résidus et sous-produits des activités humaines au sein de systèmes fermés. La logistique y joue ainsi un rôle essentiel pour non-seulement inciter la participation des consommateurs et de l'industrie, mais aussi pour garantir une circulation et une réutilisation optimales des matières premières secondaires. La conception et l'opération de systèmes logistiques en économie circulaire imposent plusieurs défis, comme le choix de réutilisation des matières résiduelles, le choix technologique pour le traitement de ces matières, le choix des ressources à utiliser pour leur collecte, traitement et réutilisation, ainsi que leurs localisation, capacité, et modes d'opération, et les décisions opérationnelles d'utilisation de ces ressources. Cette présentation explore certains défis de cette logistique de l'économie circulaire, en mettant l'accent sur l'optimisation des systèmes de collecte et de réutilisation des résidus industriels, domestiques et agricoles.

Jean-Marc Frayret est professeur titulaire à Polytechnique Montréal. Titulaire d'un doctorat en génie industriel, avec une expertise dans le domaine de la fabrication distribuée et collaborative, il possède également une vaste expérience dans l'industrie des ressources naturelles (opérations forestières et transformation des produits du bois). Ses recherches portent sur la conception et l'exploitation de systèmes industriels complexes et de chaînes de valeur. Ses principaux outils de recherche sont la simulation et la recherche opérationnelle, qu'il a appliquées dans les contextes des chaînes de valeur (par exemple, l'approvisionnement en pièces dans l'industrie aérospatiale et l'industrie du papier recyclé, la distribution de vaccins), la symbiose industrielle, mobilité urbaine, opérations de fabrication, collecte de produits en fin de vie (modélisation du comportement des consommateurs, réutilisation et recyclage des matériaux et produits usagés).

16h30 à 17h **Samira Keivanpour**, Polytechnique Montréal

### **L'apport du ML à la transition vers l'économie circulaire dans le secteur aérospatial**

Le secteur aérospatial est confronté à des enjeux majeurs liés à la consommation de ressources rares et à l'impact environnemental de ses activités, générant d'importantes quantités de déchets et d'émissions de gaz à effet de serre. Pour y répondre, le concept d'économie circulaire, qui vise à minimiser la consommation de ressources et la production de déchets en maximisant la valeur et la durée de vie des produits et des matériaux, s'impose comme un paradigme

incontournable. Cependant, la mise en œuvre des principes de l'économie circulaire dans le secteur aérospatial nécessite de surmonter plusieurs obstacles techniques, économiques et réglementaires. Dans ce contexte, les technologies de l'industrie 4.0, telles que l'intelligence artificielle peuvent jouer un rôle clé dans l'activation et l'amélioration de la circularité dans le secteur aérospatial. Ces technologies peuvent faciliter la conception de produits plus efficaces et durables, optimiser l'utilisation des matériaux et de l'énergie, améliorer le suivi et la maintenance des actifs, et permettre la récupération et la réutilisation des composants et des matériaux en fin de vie. Cette présentation donnera un aperçu de l'état de l'art actuel et des perspectives futures de l'application des technologies de l'industrie 4.0 pour la circularité dans le secteur aérospatial, en mettant l'accent sur le rôle de ML dans les processus de désassemblage et de démantèlement. Elle abordera également certains des défis et des opportunités pour le passage à l'échelle de ces technologies et le renforcement de la collaboration entre les différents acteurs de la chaîne de valeur aérospatiale.

Samira Keivanpour est professeure adjointe au Département de mathématique et génie industriel de Polytechnique Montréal. Elle est membre du Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT), du Groupe de recherche en analyse de la décision (GERAD) et du Centre interdisciplinaire de recherche en opérationnalisation du développement durable (CIRODD). Samira s'intéresse aux solutions durables en matière de chaîne d'approvisionnement et de logistique, de conception pour l'environnement et de conception pour X, de gestion des produits en fin de vie et de circularité axée sur l'industrie 4.0.

17h à 17h30

**Armin Jabbarzadeh et Amin Chaabane, ÉTS Montréal**

### **Système de gestion intelligent et durable du marc de café: de déchets à ressources**

Le processus de préparation du café génère de grandes quantités de marc de café (SCG). Les SCG sont souvent éliminés comme des ordures générales et transportés vers des décharges, produisant du méthane, un gaz à effet de serre 25 fois plus puissant que le dioxyde de carbone. Par conséquent, un système efficace de gestion des déchets basé sur l'économie circulaire et la valorisation de ses déchets évite les coûts d'exploitation et les émissions élevés en réduisant les trajets de ramassage inutiles et les longs trajets. Cette proposition présente une vision pour un cadre de gestion intelligente des déchets qui utilise des données en temps réel et prend des décisions en conséquence. La décision, via des outils d'aide à la décision, comprend une conception et une configuration flexible d'un réseau de logistique inverse et un système intelligent de routage des véhicules pour décider quand envoyer le camion pour la collecte et quel itinéraire emprunter. Ce nouveau système évitera le débordement des bacs et la contamination des déchets, et réduira les coûts d'opération.

Armin Jabbarzadeh est professeur agrégé au département d'ingénierie des systèmes de l'École de technologie supérieure (ÉTS) de l'Université du Québec. Ses principaux intérêts de recherche tournent autour de l'optimisation de la chaîne d'approvisionnement, avec un accent particulier sur l'amélioration de la résilience et de la durabilité des chaînes d'approvisionnement grâce à des technologies innovantes. Ses contributions scientifiques, publiées dans des revues de premier plan, soulignent son influence significative dans le domaine, comme en témoigne son inclusion dans la liste Stanford 2023 des 2 % de scientifiques les plus éminents au monde.

Amin Chaabane est professeur titulaire d'ingénierie logistique et opérationnelle à l'ÉTS. Il a cofondé le laboratoire Numérix, une unité de recherche spécialisée dans l'ingénierie de la chaîne d'approvisionnement, en particulier la transformation numérique des chaînes d'approvisionnement. Il a apporté d'importantes contributions au domaine des sciences de la gestion, en particulier à la gestion des opérations et de la chaîne d'approvisionnement qui ont débouché sur des applications pratiques dans un large éventail d'industries. En tant qu'expert en recherche appliquée, il collabore avec des organismes et des initiatives gouvernementaux pour développer des outils analytiques avancés axés sur les données qui facilitent la conception et la gestion de chaînes d'approvisionnement efficaces, résilientes et durables.

**17h30 à 18h30      Cocktail dinatoire**

**18h30 à 20h      Panel animé par Dominique Anglade**

Panélistes : **Annie Lévasseur** (ÉTS), **Martin Massé** (Aéroports de Montréal),  
**Natacha Beauchesne** (Ville de Montréal), **Hélène Gervais** (RECYC-QUÉBEC)

Aujourd'hui professeure associée et coleader à la direction de la transition durable au HEC Montréal, **Dominique Anglade** a auparavant été cheffe de parti, vice-première ministre, ministre de l'Économie, de la science, de l'innovation et députée du Québec. Issue du secteur privé, elle a occupé plusieurs postes de direction chez Procter & Gamble, Nortel Networks et McKinsey & Co avant de devenir PDG de Montréal International. Très engagée dans la communauté, elle a co-fondé KANPE pour accompagner de manière durable les communautés rurales en Haïti. Elle a siégé à plus d'une douzaine de conseils d'administration et son leadership économique, social et politique a été reconnu par l'obtention de plus d'une vingtaine de prix et distinctions.

Membre du GERAD et du RRECQ, **Annie Levasseur** est professeure au Département de génie de la construction de l'École de technologie supérieure et titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur la mesure de l'impact des activités humaines sur les changements climatiques. Elle est aussi directrice scientifique du CERIEC, le Centre d'études et de recherches intersectorielles en économie circulaire et de l'Institut AdapT sur l'environnement bâti circulaire et résilient aux changements climatiques. Elle est membre du comité consultatif sur les changements climatiques du Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec.

**Martin Massé** occupe la fonction de vice-président, Affaires publiques d'Aéroports de Montréal (« ADM »), depuis mars 2018, à laquelle s'est ajoutée la fonction de vice-président Développement durable en 2021. Depuis les 20 dernières années, tant au Québec, qu'ailleurs au Canada et en Europe, il a conseillé divers dirigeants dans des dossiers stratégiques et complexes, tant dans les secteurs privés que publics. Avant de rejoindre l'équipe d'ADM, il a occupé des fonctions stratégiques et décisionnelles dans la sphère publique montréalaise et québécoise, que ce soit à titre de vice-président à la Chambre de commerce du Montréal métropolitain, de conseiller spécial au maire de Montréal ou bien comme directeur de cabinet du ministre des Transports, puis directeur de cabinet de la vice-première ministre et ministre de l'Économie, de la Science et de l'Innovation. Durant ses passages dans la sphère publique, Martin a été au cœur de différents grands dossiers économiques comme la ratification de l'Accord économique et commercial global (AECG), la renégociation de l'Accord de libre-échange nord-américain (AÉCUM), l'arrivée d'Airbus à l'Aérocité de Mirabel, les politiques industrielles axées sur le manufacturier innovant et l'aérospatial, ainsi que les différents récents conflits commerciaux avec le gouvernement fédéral américain. Avocat de formation (Université d'Ottawa), Martin Massé est détenteur d'un MBA de la University of British Columbia, d'une maîtrise en administration publique de l'École nationale d'administration publique (ENAP) et d'un diplôme d'études supérieures en gestion de HEC-Montréal. Il a de plus suivi diverses formations sur le commerce des valeurs mobilières et sur l'investissement. Il détient également la désignation Global ESG Competent Boards (GCB.D) portant sur les enjeux environnementaux, sociaux et de gouvernance au sein des conseils d'administration et de la haute direction de sociétés.

**Natacha Beauchesne** œuvre en développement des affaires et possède une expérience de plus de 15 ans en développement durable. Elle a notamment joué un rôle central dans l'élaboration, le lancement et la mise en œuvre des Plans de développement durable de la collectivité montréalaise qui reposaient sur la collaboration de plus de 400 parties prenantes des secteurs public et privé. Convaincue que la transition écologique passe par un nouveau modèle économique et social, elle occupe présentement le poste de Commissaire au développement économique au sein du Service du développement économique de la Ville de Montréal et où elle a pour principal mandat l'élaboration et le déploiement d'une stratégie et d'une feuille de route en économie circulaire pour le territoire de l'agglomération de Montréal. Impliquée dans l'avancement de la circularité au Québec, Mme Beauchesne siège notamment sur le comité stratégique du Fonds en économie circulaire, le premier fonds d'investissement consacré à l'économie circulaire au Canada.

Titulaire d'une maîtrise en environnement de l'Université de Sherbrooke ainsi que d'un baccalauréat en communications – relations humaines, profil international de l'UQAM, **Hélène Gervais** œuvre au sein de la société d'État RECYC-QUÉBEC depuis 2006, à titre de conseillère en environnement. Son expertise en économie circulaire, combinée à ses connaissances en gestion des matières résiduelles, ont été mises à profit sur divers dossiers dont l'organisation des trois éditions des Assises québécoises de l'économie circulaire, la réduction à la source des matières résiduelles, la réparation des produits, le recyclage des plastiques ainsi que la collecte sélective des matières recyclables. De 2018 à 2021, elle a également développé et enseigné un cours en économie circulaire à la maîtrise en environnement de l'Université de Sherbrooke. En 2016, elle a œuvré à titre de chargée de projets à l'Institut de l'environnement, du développement durable et de l'économie circulaire où elle a coordonné un important projet de recherche portant sur l'économie circulaire et les métaux, pour le compte du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec. Elle s'implique aussi depuis plusieurs années sur des conseils d'administration d'organismes liés à l'éducation relative à l'environnement, dont actuellement le Lab22|Laboratoire d'innovations sociales et environnementales.