

L'intelligence numérique au service de l'atténuation des changements climatiques

Programme du 11 mars 2025



Amphithéâtre Banque Nationale
HEC Montréal, Édifice Côte-Sainte-Catherine
3000 chemin de la Côte-Sainte-Catherine



Réseau québécois
sur l'énergie intelligente

*Fonds de recherche
Nature et
technologies*

Québec 

13h00 **Ouverture**

13h05 à 15h05 **Bloc 1**

13h05 à 13h35 **Annie Levasseur**, École de technologie supérieure, CIRODD, GERAD

Comment l'intelligence numérique peut-elle orienter l'action climatique?

Le défi est titanesque : il faut atteindre la carboneutralité d'ici les 25 prochaines années. Pour ce faire, une transformation en profondeur de notre économie et de nos modes de vie est essentielle. Afin d'y arriver, les politiques publiques et les stratégies des différentes organisations doivent être soutenues par des données probantes et des modèles robustes. Dans cette présentation, nous verrons comment l'intelligence numérique peut nous aider à élaborer les meilleures stratégies de réduction des impacts climatiques et à en évaluer les bénéfices et impacts négatifs.

13h35 à 14h05 **Maroua Rouabah**, Université de Sherbrooke, RQEI

Conception et l'optimisation numérique par IA pour une transition énergétique durable

"L'urgence climatique induit la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre par des procédés ou techniques innovantes notamment en se basant sur l'intelligence numérique. Les outils de modélisation, de simulation et d'analyse de données intégrées via des jumeaux numériques permettent l'optimisation en temps réel des procédés industriels. Cette démarche permet d'améliorer la prise de décision et la gestion des ressources en prévoyant le comportement des procédés dans le but d'améliorer leur efficacité énergétique tout en réduisant les essais expérimentaux. Ces innovations peuvent être appliquées à divers procédés industriels tels que le reformage du méthane par plasma non-thermique, le séchage de poudre, la granulation, le mélange et la compression de poudres catalytiques.

L'introduction de l'intelligence artificielle pour l'analyse de données et l'optimisation des paramètres opératoires entraîne des économies d'énergie et une efficacité accrue des procédés.

Cette présentation donnera un aperçu des défis environnementaux actuels de l'industrie et des solutions qui peuvent être introduites pour l'optimisation continue des procédés et l'amélioration de leur efficacité énergétique. Il sera également démontré comment l'introduction de l'intelligence numérique, conformément aux objectifs de développement durable de notre groupe de recherche sur les technologies et procédés (GRTP), contribue de manière significative à la transition énergétique."

14h05 à 14h35 **Damon Matthews** et **Camilo Alejo Monroy**, Université Concordia, CIRODD

Application of machine learning to inform nature-based solutions in Canada

Nature-based Solutions (NbS) can represent holistic pathways to reach sustainable biodiversity, climate, and water outcomes through conservation and restoration. Yet, existing prioritization frameworks rarely leverage Machine Learning (ML) to identify NbS that maximize these outcomes. We present an ML-driven framework that prioritizes NbS locations, maximizing biodiversity protection with ecological intactness, carbon storage, and water surface stability. This framework is tested in the context of Canada's 30x30 conservation and restoration targets. Our results reveal inevitable environmental and economic trade-offs. To achieve conservation targets, protecting threatened biodiversity and irrecoverable carbon storage in forests would effectively address environmental trade-offs and enhance Protected Areas outcomes. However, minimizing trade-offs to achieve restoration targets will require directed interventions in existing forested and agricultural lands. While ML frameworks can identify strategic opportunities aligning biodiversity and climate commitments, implementation will require meaningful dialogues among scientific expertise, collective wisdom, and artificial intelligence through human-centered approaches.

14h35 à 15h05

Antoine Lesage-Landry, Polytechnique Montréal, GERAD

Vers des réseaux neuronaux fiables pour la modélisation énergétique

Bien que les réseaux neuronaux aient démontré leur efficacité empirique en tant que prédicteurs non-linéaires, ces derniers souffrent d'une faible interprétabilité, de garanties de performance limitées, de procédures d'entraînement complexes et d'une forte vulnérabilité à la corruption des données et aux attaques adversariales. Ensemble, ces limites réduisent leur acceptabilité pour des applications critiques des systèmes énergétiques. Dans ce contexte, nous proposons les réseaux neuronaux convexes peu profonds robustes en distribution pour fournir des prédictions non-linéaires fiables, même en présence de jeux de données corrompus ou biaisés. Notre procédure d'entraînement, conservatrice par conception, est peu stochastique, compatible avec des solveurs en accès libre, et permettant une mise à l'échelle pour des déploiements industriels de grande envergure. Notre approche vise ainsi à rendre les réseaux neuronaux plus sûrs pour des applications critiques, notamment dans le secteur de l'énergie. Enfin, nous illustrons les performances de notre modèle à travers un exemple de prédiction de la consommation énergétique horaire des bâtiments non-résidentiels dans le cadre des centrales électriques virtuelles.

15h05 à 15h30 **Pause et session posters**

15h30 à 17h30 **Bloc 2**

15h30 à 16h00

Roussos Dimitrakopoulos, Université McGill, GERAD

Stochastic optimization of production planning in industrial mining complexes: Reducing carbon emissions and advancing critical minerals production

The mining industry is a substantial contributor to carbon emissions worldwide. To transition to new energy sources, the industry needs to advance the production of critical minerals, which will emit more carbon dioxide. A fundamental framework in managing the above issues is the development of new digital technologies that provide the ability to simultaneously optimize production planning of mining complexes under uncertainty (SSOMC). A mining complex is an integrated system composed of mines, stockpiles, waste disposal, transportation, processing facilities, and tailings dams, all leading to the production of sellable products delivered to customers. Major energy-intensive and carbon dioxide generating aspects include hauling fleet equipment and mineral processing plants, while production planning includes aspects such as equipment allocation and utilization, materials transportation, processing plant utilization, and so on. The SSOMC framework allows for the management and use of the mining fleet efficiently, with applications suggesting a 55% reduction in mining fleet movement when equipment utilization is optimized simultaneously with the production scheduling and sequence of material extraction, while accounting for several sources of uncertainty. Similar improvements are documented in the utilization of processing plants of mining complexes. There is evidence that with the use of simultaneous stochastic optimization there is both a reduction in energy consumption and related carbon emissions. Similarly, when rare earth elements are considered, the simultaneous stochastic optimization framework leads to significant increase of NPV and metal production, which compared to conventional mine planning typically used, leads to several marginal rare earth elements projects becoming feasible. Examples of different case studies show the above.

16h00 à 16h30

Shuhui Sun, INRS, RQEI

Next-Generation Hydrogen and Battery Technologies for a Sustainable Future

The development of high-performance and low-cost clean energy conversion and storage technologies is essential to achieve a Carbon-Neutral future. Hydrogen fuel cells offer significant advantages such as high efficiency, high energy density, and zero emissions, making them pivotal in the pursuit of

sustainability. Hydrogen is a clean fuel that, when consumed in a fuel cell, produces only water. However, the widespread commercial application of hydrogen and fuel cells encounters obstacles, such as the high cost associated with the utilization of rare and expensive noble metal-based catalysts. On the other hand, the development of high energy density, safe, and durable batteries is critical for their broad applications in smart grids, portable devices, and electric vehicles. Lithium metal and metal-air batteries are among the most promising next-generation energy storage technologies but still face grand challenges for large-scale commercialization. In this talk, I will introduce our work on the following aspects:

- (1) Exploration of Single-atom catalysts (SACs) and non-precious metal catalysts for green H₂ Production. Particularly, our non-precious metal-based catalysts have demonstrated exceptional performance in freshwater and seawater splitting at high current densities (e.g. 500 mA cm⁻²).
- (2) Development of Low-Pt and Pt-free catalysts for hydrogen Fuel Cells. Particularly, the activity of our Fe-based catalyst has reached that of state-of-the-art commercial Pt catalysts.
- (3) Advancements in high-performance electrode materials and electrolytes for High-Energy-Density, Long-Life Li-Metal Batteries and Rechargeable Metal-air batteries. Specifically, we developed a patented electrolyte additive strategy to prevent lithium dendrite growth on the Li metal anode. This innovation is pivotal for producing safer, longer-lasting and higher-voltage lithium metal batteries.

16h30 à 17h00 **Okan Arslan**, HEC Montréal, GERAD

Strategic Placement of Charging Stations: Models, Metrics, and Trends

The increasing adoption of electric vehicles necessitates the strategic placement of charging stations to ensure accessibility, efficiency, and network reliability. In this talk, we explore charging station location optimization by discussing key modeling techniques used in intercity and intracity networks, along with essential performance metrics. We highlight major factors influencing decision-making, including demand patterns, infrastructure constraints, electric vehicle requirements, and the involvement of multiple stakeholders with distinct objectives and constraints. We also discuss recent trends in charging infrastructure deployment.

17h00 à 17h30 **Nicolas Saunier**, Polytechnique Montréal, CIRODD

Les données GPS pour la gestion des transports et la sécurité routière

Les données des systèmes de positionnement par satellite (ou Géolocalisation et Navigation par un Système de Satellites, GNSS) sont très riches et offrent de nombreuses opportunités pour les transports. Les données peuvent être obtenues en grande quantité auprès des usagers des transports via les capteurs des téléphones intelligents et de leurs véhicules. Cette conférence présentera des applications pour le suivi des conditions de circulation et la modélisation des transports d'une part, et des applications au diagnostic de sécurité routière d'autre part.

17h30 à 18h30 Cocktail dinatoire et session posters

18h30 à 20h Panel animé par Dominique Anglade (HEC Montréal)

Panélistes : **Elizaveta Kuznetsova** (ESMIA), **Pierre-Olivier Pineau** (HEC Montréal), **Hussein Suprême** (IREQ), **Jonathan Théorêt** (Ville de Montréal)

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.

Leader respectée dans le domaine de la modélisation, proposant des stratégies innovantes pour une analyse robuste des politiques énergétiques et économiques en Amérique du Nord. **Elizaveta Kuznetsova** est cheffe de la division Chaînes de valeur de l'énergie à ESMIA et gère les activités de recherche de la division afin d'améliorer les modèles existants et de développer de nouvelles méthodologies, tout en assurant la coordination avec les équipes internes et les partenaires externes. Elle est la principale instigatrice de VisionTarifs, un modèle centré sur le consommateur qui prévoit les changements dans les tarifs et les factures d'énergie pour diverses catégories de consommateurs. Elle supervise NAGEM Canada, un modèle macroéconomique dynamique multirégional essentiel pour évaluer l'impact des politiques énergétiques et climatiques sur la croissance économique, le bien-être public et l'emploi dans les provinces et territoires du Canada. Elle dirige des projets qui explorent les transformations économiques rendues nécessaires par les politiques visant à atteindre la carboneutralité, avec un accent sur les chaînes d'approvisionnement en énergie, les coûts des actifs échoués, les tarifs de l'énergie, les factures des consommateurs, les emplois et les transitions justes. Son expertise a été déterminante dans les projets commandés par les gouvernements fédéral et provinciaux (Colombie-Britannique, Manitoba, Ontario et Québec) qui utilisent les résultats de la modélisation pour informer les décideurs.

Elizaveta fait preuve d'un grand leadership dans le secteur de l'énergie grâce à sa participation active à des organisations bien établies. Elle intervient régulièrement lors des événements CAMPUT, qui sont réputés pour fournir des ressources sur les meilleures pratiques dans le domaine de l'énergie et de la réglementation des services publics. Elle est impliquée dans le comité de la plateforme de modélisation du Carrefour de modélisation énergétique (CME) et participe activement aux activités du Smart Grid Innovation Network (SGIN).

Avant de rejoindre ESMIA, Elizaveta a travaillé en France, à Singapour et au Canada sur le développement de méthodologies de prise de décision pour soutenir la conception et l'exploitation durables de réseaux intelligents, de parcs éco-industriels, d'infrastructures de valorisation énergétique des déchets, de micro-réseaux et de consommateurs d'électricité. Elle a notamment codirigé le développement de ProsumArise, un modèle basé sur des agents pour étudier comment la politique énergétique affecte l'avènement des consommateurs.

Elle a obtenu son doctorat en économie à l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (France) axé sur la modélisation à base d'agents des micro-réseaux et l'optimisation en situation d'incertitude. Elle est titulaire d'une maîtrise en génie durable de l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (France) et d'une maîtrise en mécanique des fluides appliquée à l'énergie, de l'ENSEEIH à Toulouse (France). Elle est l'auteur principal de nombreuses publications scientifiques dans les domaines de la politique énergétique, des systèmes électriques et des énergies renouvelables et durables.

Pierre-Olivier Pineau (Ph.D. HEC Montréal, 2000) est professeur titulaire au département des sciences de la décision de HEC Montréal et titulaire de la chaire de gestion du secteur de l'énergie depuis décembre 2013. Il est un spécialiste des politiques énergétiques, notamment du secteur de l'électricité. Il a publié de nombreux articles sur le secteur de l'énergie, dont la plupart explore les liens entre l'énergie et certains aspects du développement durable. Il intervient régulièrement dans les médias pour analyser l'actualité énergétique. Il a produit divers rapports pour le gouvernement et des organismes publics. Son livre *L'équilibre énergétique* est sorti en février 2023 et a gagné le prix Hubert-Reeves 2024 récompensant le meilleur ouvrage québécois de vulgarisation scientifique.

Il est chercheur et Fellow au Centre interdisciplinaire de recherche en analyse des organisation (CIRANO). Avant d'être à HEC Montréal, il a été professeur à l'Université de Victoria (BC) de 2001 à 2006.

Hussein Suprême a obtenu un baccalauréat en génie électromécanique de la Faculté des sciences de l'Université d'État d'Haïti, ainsi qu'une maîtrise ès sciences et un doctorat en génie électrique de l'École de technologie supérieure (ÉTS).

Il est actuellement chercheur à l'Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ). Ses domaines d'expertise incluent l'optimisation du système énergétique, la modélisation et la simulation des réseaux électriques intelligents et durables, l'évaluation des impacts de la forte pénétration des ressources énergétiques décentralisées sur les réseaux de transport et de distribution, ainsi que la performance dynamique et les applications de l'apprentissage automatique, de l'intelligence artificielle et du traitement du signal pour le contrôle des réseaux. En tant que chargé de projet, il gère des collaborations scientifiques entre son unité de recherche et les milieux académique et industriels.

Hussein est Membre Senior de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) et Professeur associé au Département de mathématiques et génie industriel à Polytechnique Montréal.

Très engagé socialement, Hussein a contribué à de nombreux projets de vulgarisation scientifique destinés aux jeunes. Il a siégé sur plusieurs conseils d'administration d'organismes à but non lucratif œuvrant dans les domaines de la science, du commerce de détail et de l'éducation. Ancien président du conseil d'administration du Réseau ÉTS (l'Association des diplômés), Hussein est actuellement président du conseil d'administration de l'Île du Savoir, un organisme sans but lucratif visant à encourager la relève créative des jeunes dans les domaines scientifiques et technologiques.

Jonathan Théorêt a dirigé le GRAME de 2008 à 2020. Le GRAME étant un organisme qui agit pour un meilleur environnement en collaboration avec les citoyens, les communautés et organismes de même qu'avec les gouvernements, en intervenant sur le terrain, en déployant des programmes d'éducation et de sensibilisation et en émettant des recommandations ancrées dans la rigueur scientifique. Diplômé en gestion, il est co-auteur du livre *Énergies renouvelables, Mythes et Obstacles* et a été un intervenant régulier à la Régie de l'énergie du Québec. Il a également été gestionnaire et fondateur d'un éco-bâtiment en copropriété, le Regroupement de Lachine, et coordonnateur de nombreux projets de recherche, de verdissement et d'éducation relative à l'environnement. Depuis 2020, M. Théorêt est Chef de division - Transport, Énergie et Bâtiment au Bureau de la transition écologique et de la résilience de la Ville de Montréal, où son équipe s'affaire à la réduction des émissions de GES de la collectivité montréalaise. Il a piloté notamment la Feuille de route vers des bâtiments montréalais zéro émission dès 2040 et l'élaboration des règlements municipaux qui en découlent.