

Rapport annuel

CanmetÉNERGIE à Varennes

La science au service de tous les Canadiens



Table des matières

Mot du directeur général	5
Qui nous sommes	6
Structure et budget annuel	8
Notre avenir	9
Bref rapport des progrès des activités de science et technologie de CEV réalisées au cours de la dernière année	11
Groupe Intégration des énergies renouvelables (IER)	12
Groupe Optimisation des procédés industriels	16
Groupe Bâtiments	20
Groupe RETScreen	24
Innovation de CEV : deux cas de réussite	27
Aperçu de nos collaborateurs	30



Mot du directeur général



En 2021, le Canada s'est engagé à réduire d'ici 2030 ses émissions de GES de 40 à 45 % sous les niveaux de 2005 et à mettre en place les éléments de base pour atteindre zéro émission nette d'ici 2050. En 2020, l'utilisation des combustibles fossiles et de la biomasse a généré environ 490 Mt (73 %) d'émissions de GES au Canada¹. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), nous n'y arriverons pas sans un « développement rapide et considérable des technologies d'énergie propre dans l'ensemble du secteur de l'énergie ».

Notre centre est précisément au cœur de cette transformation via ses travaux de recherche et développement (R-D) sur les technologies d'utilisation finale de l'énergie. Nos activités de modélisation des systèmes énergétiques qui sont menées à différentes échelles, allant des équipements à l'ensemble du système énergétique canadien, incluant la majorité des différentes utilisations et formes d'énergie, nous permettent d'éclairer le gouvernement du Canada et nos partenaires à prendre de meilleures décisions.

La trajectoire dans le temps et dans l'espace pour atteindre la décarbonation en 2050 doit tenir compte des aspects politique, environnemental, social, technologique, économique et législatif afin de minimiser les répercussions sur la population, y compris les personnes les plus vulnérables.

En 2022-2023, avec le Bureau de recherche et de développement énergétiques (BRDE) et avec les autres laboratoires fédéraux, nous avons établi les objectifs de R-D du prochain cycle 2023-2028 du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE). Nous avons également créé une Unité d'impact scientifique au sein de notre centre pour imaginer, dès le début, une trajectoire permettant de maximiser les effets positifs de chaque activité de R-D et de démontrer leur contribution à la trajectoire globale nette zéro. Nous

positionnons nos technologies selon leur valeur, leurs utilisateurs potentiels, les partenaires nécessaires, les stratégies de communication et les ressources financières requises. Au-delà des outils que nous utilisons, il s'agit d'une culture orientée vers l'impact que nous souhaitons instaurer au sein de notre communauté de recherche au cours des prochaines années.

Depuis mars 2020, nous travaillons à la fois en présentiel et en télétravail. Nous avons réussi à assurer la santé et la sécurité de nos employés, à réaliser tous nos projets, et plus encore. En mai 2021, nous avons pris l'initiative de lancer un chantier collectif pour réinventer le travail dans un monde postpandémique. Nous avons établi un modèle hybride qui nous a permis de miser sur les leçons apprises pendant la pandémie et d'être plus efficaces, d'être plus collaboratifs avec nos partenaires externes, et d'améliorer la qualité de vie de nos employés.

Nous avons aussi défini les 13 projets de R-D que nous mènerons jusqu'en 2028 pour appuyer ces objectifs. En 2023-2024, nous intégrerons nos activités de déploiement et de soutien dans un plan scientifique incluant l'ensemble du processus, allant de l'idée au concept en passant par la validation en laboratoire et la création de valeur pour l'utilisateur final, supporté par un plan de communication axé sur nos parties prenantes.

Jocelyn Millette
Directeur général

¹ https://publications.gc.ca/collections/collection_2022/eccc/En81-4-2020-1-fra.pdf



Qui nous sommes

Énergie propre | Recherche Innovation | Leadership

Le **centre de recherche CanmetÉNERGIE à Varennes (CEV)**, situé près de Montréal, fait partie du Secteur de l'efficacité énergétique et des technologies de l'énergie (SEETE) de Ressources naturelles Canada.

Avec plus de 175 chercheurs, ingénieurs, technologues, gestionnaires et membres du personnel de soutien, nous menons des activités de R-D et livrons des programmes visant à développer des sciences et des technologies propres et efficaces pour un avenir sobre en carbone.

Nous collaborons avec des partenaires comme des organisations non gouvernementales, des universités, des acteurs de l'industrie et tous les paliers du gouvernement.

Nous œuvrons pour mettre la science au service de tous les Canadiens.

Nos valeurs

L'excellence et la portée de nos travaux, l'imputabilité des ressources et des fonds publics, le bien-être, l'excellence et la motivation de nos employés, ainsi que le travail d'équipe, sont au cœur de nos décisions et de nos actions. Nous valorisons la diversité au sein de notre équipe pour un milieu de travail sain, respectueux et créatif. Nous adoptons actuellement un mode de travail hybride alors que nous continuons à travailler au service des Canadiens.

Comment nous exploitons nos résultats et créons de l'impact

Les résultats de nos activités de R-D sont notamment présentés dans des revues scientifiques et des conférences, intégrés dans les codes et les normes, et déployés au sein de nos logiciels, des installations du gouvernement fédéral et des communautés éloignées non reliées au réseau. Notre science et nos données probantes permettent de :

- › soutenir la prise de décisions gouvernementales en matière de politiques
- › élaborer des stratégies et des lignes directrices nationales
- › fournir une expertise technique aux programmes de déploiement public
- › assurer une transition énergétique réussie au bénéfice de tous les Canadiens

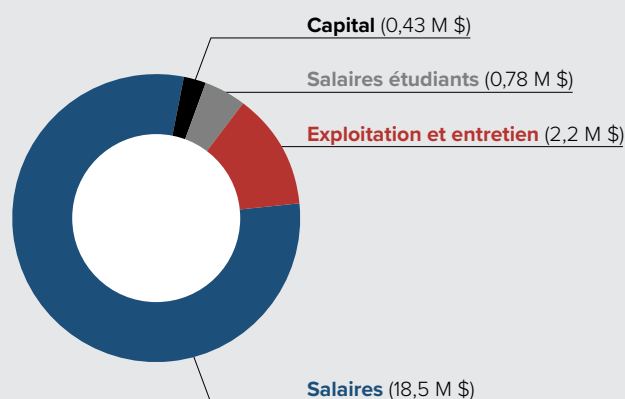
Nos domaines d'activités

Nos installations sont équipées pour concevoir, tester et démontrer des solutions d'énergie propre dans des conditions réelles afin d'améliorer leur adoption sur le marché. Nos activités et nos expertises dans divers secteurs comprennent :

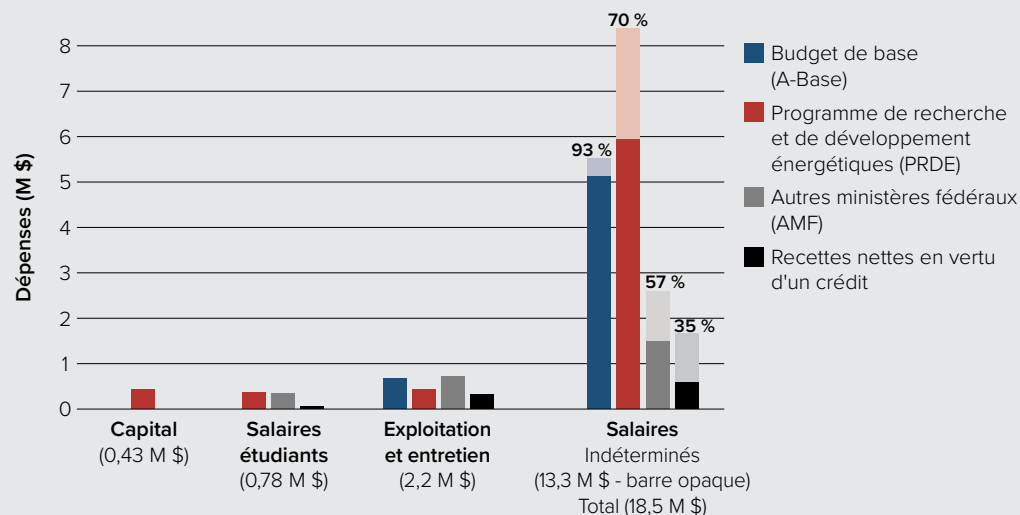


Structure et budget annuel

RÉPARTITION DES DÉPENSES



PROVENANCE DES FONDS



ÉQUIPES STRATÉGIQUES ET DE SOUTIEN

Unité d'impact scientifique
3 employés
0,5 M \$

Rayonnement scientifique
4 employés
0,3 M \$

Opérations
20 employés
3,2 M \$

PROGRAMMES DE R-D

Bâtiments
20 employés
4,0 M \$

Industrie
35 employés
4,5 M \$

Intégration des énergies renouvelables
30 employés
3,6 M \$

DÉPLOIEMENT

RETScreen
23 employés
2,9 M \$

Écologisation des opérations gouvernementales
10 employés
2,3 M \$

Systèmes énergétiques pour les infrastructures nordiques et éloignées
6 employés
1,5 M \$

Nous concevons nos activités de R-D à travers toute la chaîne d'innovation technologique, pour garantir une efficacité maximale. Le groupe Opérations, le groupe Rayonnement et l'Unité d'impact scientifique apportent une expertise et un soutien aux groupes chargés de la mise en œuvre des programmes de R-D.

En millions de dollars, incluant les salaires, le paiement des avantages sociaux, l'exploitation et l'entretien

Notre avenir

L'année 2023 marque le début d'un nouveau plan scientifique de cinq ans basé sur les 13 projets financés dans le cadre du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) / Programme d'innovation énergétique (PIE) pour le cycle de financement 2023-2028. Ce plan de R-D est axé sur l'obtention de résultats scientifiques permettant de remplir le mandat du Canada en matière de science et de technologie en offrant un maximum d'avantages aux Canadiens.

Nos projets PRDE :

Groupe Bâtiments



- › Systèmes de chauffage efficaces et abordables pour les climats froids
- › Systèmes de pompe à chaleur à faible potentiel de réchauffement planétaire (PRP)
- › Systèmes intégrés pour la flexibilité et la résilience des bâtiments
- › Exploitation des bâtiments fondée sur les données pour l'efficacité énergétique, la flexibilité et la résilience

Groupe Optimisation des procédés industriels



- › Décarbonation industrielle durable
- › Solutions durables pour faire progresser la production et l'utilisation de carburants propres
- › Décarbonation industrielle alimentée par l'intelligence artificielle (IA)
- › Technologies et systèmes avancés pour le captage, l'utilisation et le stockage du carbone (CUSC)
- › Cadre national d'évaluation de CUSC

Groupe Intégration des énergie renouvelables



- › Essais, caractérisation et soutien des ressources et appareils d'énergie renouvelable variable (ERV) et de réseau intelligent
- › Amélioration de l'interface réseau et de l'interopérabilité des technologies pour soutenir la modernisation du réseau
- › Ressources d'ERV et quartiers, communautés et villes électrifiés et interactifs avec le réseau
- › Réseaux électriques et systèmes énergétiques régionaux et nationaux à faibles émissions de carbone

Reconnaissant qu'il faut réduire la consommation d'énergie, électrifier les usages énergétiques tout en augmentant la capacité des réseaux électriques et en les conservant propres, et convertir les usages difficiles à électrifier vers des carburant faibles en carbone, nous :

- › Ferons évoluer nos installations d'essais pour nous doter d'un micro-réseau électrique et thermique d'une capacité d'environ 250 kWe. Cette infrastructure permettra l'étude d'une intégration massive d'énergie solaire, d'onduleurs bâtisseurs de réseau, de schémas de protection dans des configurations ayant une forte pénétration d'énergie renouvelable, du contrôle des charges pour la stabilité, ainsi qu'une plus grande intégration des énergies renouvelables.
- › Développerons une capacité accrue de test et de développement des pompes à chaleur pour climat froid, air-air, air-eau et géothermiques qui utilisent des réfrigérants à faible PRP, comme le CO₂.
- › Structurerons et renforcerons nos capacités de modélisation de système énergétique, en matière de logiciels, d'expertises et de ressources humaines, aux échelles communautaire, provinciale et fédérale.

Afin de mieux collaborer et assurer un impact conséquent avec les efforts que nous mettons en place, nous développerons un plan de communication taillé sur mesure selon nos différentes parties prenantes.

Restez à l'affut!



Bref rapport des progrès
des activités de science
et technologie de CEV
réalisées au cours de la
dernière année



Groupe Intégration des énergies renouvelables (IER)

Nos activités de R-D aident à intégrer une proportion croissante d'énergie renouvelable aux réseaux électriques de toutes les régions du Canada, tout en offrant un accès durable, fiable et abordable à ces ressources.

Notre mandat est aligné sur les engagements pris par le gouvernement du Canada pour parvenir à un approvisionnement en électricité carboneutre d'ici 2035 et à la carboneutralité dans tous les secteurs de l'économie d'ici 2050. Pour atteindre ces objectifs, dans le cadre de l'électrification et de l'intégration des énergies renouvelables, des progrès sont nécessaires à plusieurs échelles :

1. ressources et technologies
2. interface technologie-réseau
3. quartiers, collectivités et villes
4. régionale et nationale

Le groupe IER mène des activités de R-D à ces quatre échelles pour développer des solutions efficaces.

Les principaux éléments de ces activités comprennent, sans s'y limiter :

Évaluation des ressources énergétiques décentralisées et développement technologique

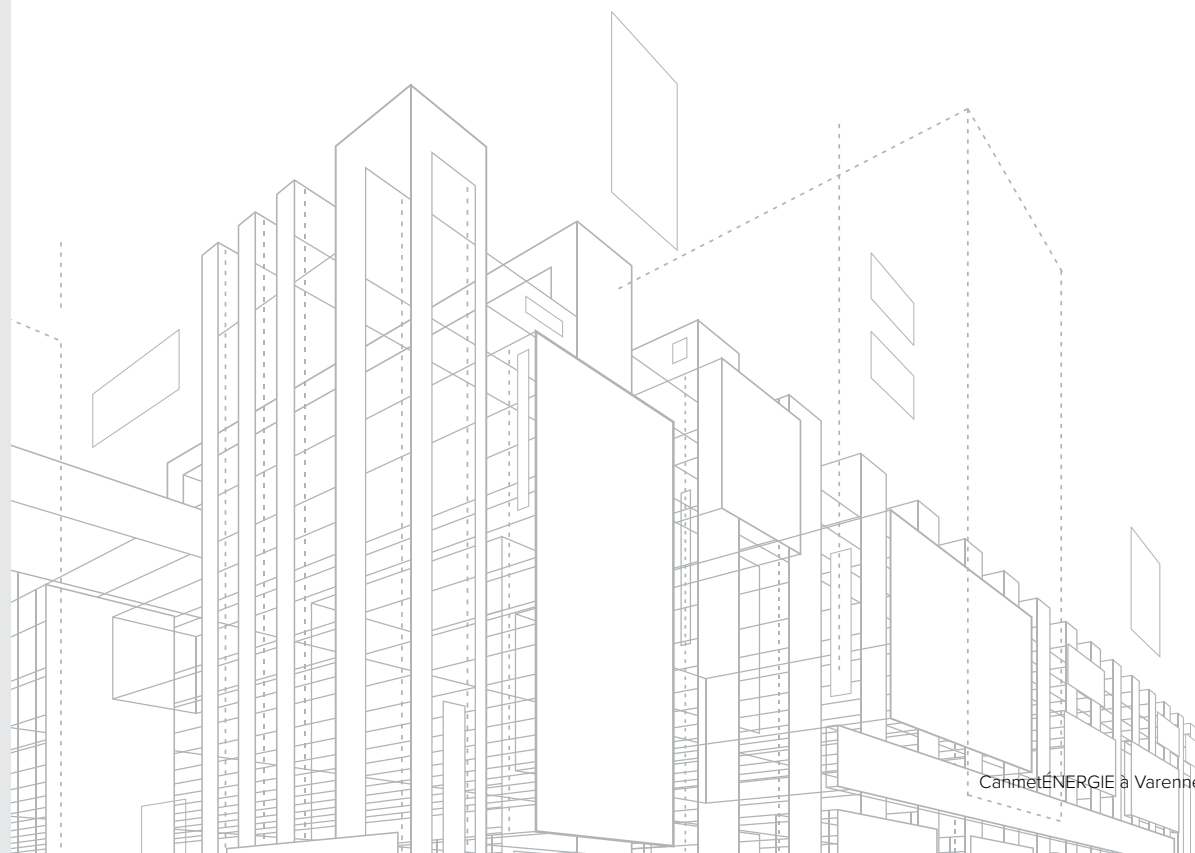
- › Des contributions ont été apportées à l'élaboration de **six normes internationales** relatives au rendement, à la qualité et à la sécurité des systèmes photovoltaïques (PV) et de leurs composants, ainsi qu'à leur intégration aux bâtiments. Une contribution a aussi été fournie pour la mise à jour de la norme de sécurité des modules PV solaires au Canada.
- › Le **système photovoltaïque intégré au bâtiment (PVIB) du toit de la bibliothèque de Varennes a été choisi comme l'une des cinq études de cas** analysées par la [tâche 15 sur les systèmes électriques photovoltaïques \(PVPS\) de l'AIE](#), dont CanmetÉNERGIE est un membre actif, afin de fournir des données sur le rendement des modèles existants pour estimer la température dans les systèmes PVIB.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Ces travaux ont contribué à l'harmonisation des normes PV, à l'amélioration de la conformité des produits à l'échelle mondiale, à la réduction des barrières commerciales non tarifaires et au développement de produits PV sûrs et fiables.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

La collaboration de longue date entre CanmetÉNERGIE et la bibliothèque de Varennes permet de mieux comprendre le rendement des systèmes PVIB.



Contrôle des réseaux intelligents et des microréseaux pour les systèmes électriques résilients

- Des recommandations concernant les normes d'interconnexion ont été formulées afin d'**améliorer les procédures d'essai des fonctions de soutien aux réseaux d'onduleurs**. Ces recommandations ont été élaborées au sein d'un groupe de travail de **l'International Smart Grid Action Network (ISGAN)**, un programme de collaboration technologique de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) et d'une initiative du Clean Energy Ministerial (CEM).

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Cette collaboration internationale a permis d'améliorer les normes d'interconnexion, ce qui exerce une grande influence sur la confiance du public dans le fonctionnement et l'adoption des ressources s'appuyant sur les onduleurs.

- Un système de contrôle a été développé pour une communauté de chauffe-eau électriques intelligents.** Le système de contrôle prend en compte les prévisions de charge probabilistes pour déterminer la répartition optimale de fonctionnement des chauffe-eau électriques en fonction d'un objectif précis, comme la réduction des pointes.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Ces travaux sur les méthodes de contrôle visant à exploiter la flexibilité des chauffe-eau électriques permettent de mieux comprendre le niveau de flexibilité que ces appareils peuvent avoir et la manière dont cette flexibilité peut être exploitée.

Villes et communautés intelligentes

- Le projet de Réseau interactif de Varennes (RIVAR) vise à **développer et démontrer le fonctionnement de concepts de réseau interactif** englobant l'électrification, la décentralisation, la numérique et la participation des consommateurs. Une méthodologie a été établie pour définir et mettre en œuvre des essais.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Ces premières étapes servent à démontrer que les ressources énergétiques décentralisées (RED) peuvent soutenir activement les opérations du réseau grâce à la gestion intelligente, à évaluer et démontrer le potentiel de flexibilité des actifs résidentiels, commerciaux et industriels existants, et à valider la manière dont les systèmes de contrôle avancés peuvent répondre aux besoins actuels et futurs des clients et du réseau.

- Une **évaluation des différents concepts d'IER dans les collectivités isolées** a été réalisée, augmentant le niveau de pénétration des ressources s'appuyant sur les onduleurs dans les réseaux isolés. Ces études comprenaient une évaluation de l'amélioration de la pénétration du réseau PV solaire et des possibilités d'économie de carburant qui en découlent à Aklavik, dans les Territoires du Nord-Ouest, en collaboration avec la Société d'énergie des Territoires du Nord-Ouest. Les travaux futurs comprendront l'intégration de l'énergie solaire et éolienne dans la collectivité de Cambridge Bay, au Nunavut, en collaboration avec Qulliq Energy, afin d'évaluer le niveau d'intégration optimal.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Ces collaborations avec les services publics du Nord et les collectivités éloignées de l'Arctique visent à réduire leur dépendance aux combustibles fossiles et les aider à adopter une énergie propre.



Transition vers une forte intégration des énergies renouvelables dans le réseau

- › Un processus a été développé pour déterminer, recueillir et analyser les données nécessaires à la **création de réseaux de distribution synthétiques**.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Ce projet vise à évaluer des stratégies pratiques et abordables pour la modernisation et la décarbonation du réseau par l'entremise d'une représentation simulée d'un système de distribution réel. Il fournit un environnement contrôlé et reproductible pour l'étude des systèmes de distribution d'énergie.

- › En collaboration avec des intervenants canadiens et américains, CanmetÉNERGIE a dirigé un **groupe de travail afin de favoriser l'élaboration de lignes directrices nord-américaines** pour l'évaluation de la capacité d'hébergement d'énergie renouvelable. Depuis octobre 2022, CanmetÉNERGIE dirige l'élaboration du contenu technique de l'évaluation, y compris les méthodes de calcul de la capacité d'hébergement et les indicateurs.

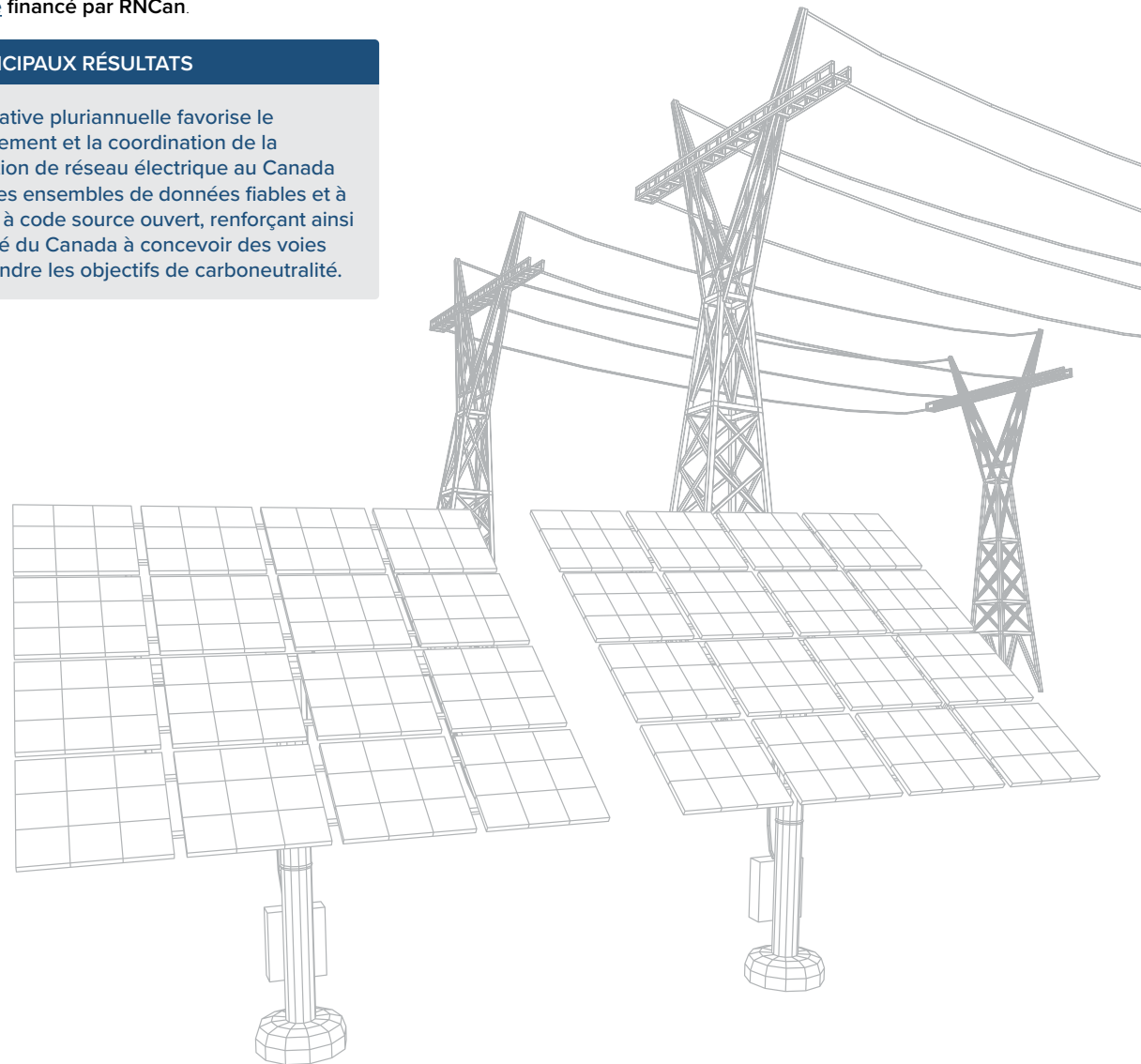
✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

À long terme, cette initiative réduira la charge et les dépenses d'investissement des services publics qui réalisent ces évaluations de la capacité d'hébergement, et facilitera le déploiement pour les concepteurs de systèmes.

- › En collaboration avec le secteur des systèmes énergétiques (SE) de RNCAN, CanmetÉNERGIE a contribué à la **création du carrefour de modélisation énergétique financé par RNCAN**.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Cette initiative pluriannuelle favorise le développement et la coordination de la modélisation de réseau électrique au Canada grâce à des ensembles de données fiables et à des outils à code source ouvert, renforçant ainsi la capacité du Canada à concevoir des voies pour atteindre les objectifs de carboneutralité.





Groupe Optimisation des procédés industriels

Notre équipe rassemble un large éventail de compétences et occupe une position unique pour s'attaquer aux problèmes complexes liés à l'optimisation des systèmes énergétiques à grande échelle. Nous fournissons aux secteurs industriels à forte consommation d'énergie au Canada des outils et des connaissances en matière de conception de systèmes complets afin d'améliorer leur efficacité globale, accroître leur compétitivité et réduire leur empreinte environnementale.

Faire progresser la science et la technologie

Mégadonnées et intelligence artificielle

- › Un **outil d'entretien assisté par l'IA** et fondé sur des méthodes d'apprentissage machine prédictives et normatives a été développé et testé sur un concentrateur de liqueur noire d'une usine de pâte kraft.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

L'outil a permis d'améliorer le rendement énergétique du procédé, de réduire les coûts d'entretien et de réaliser des économies d'énergie pouvant atteindre 12 %.

- › Une **approche novatrice de fusion de données** utilisant la génération de polygones et des techniques d'apprentissage profond pour résoudre le problème d'intégration des données de sources et de formats multiples et des données chronologiques d'opérations forestières a été développée.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Cette approche a permis d'extraire des niveaux d'information plus élevés à partir de ces ensembles de données, améliorant la précision de la prédiction des volumes de bois récolté de 52 % à 89 %.

Transformation et utilisation de la biomasse

- › Les **avantages de l'utilisation de la biomasse dans les applications industrielles** ont été démontrés, avec une réduction potentielle des émissions de GES de 15 millions de tonnes d'équivalent CO₂ par an.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

L'utilisation de la biomasse dans des applications à haute température est particulièrement prometteuse, car elle permettrait de générer des crédits d'émissions négatifs lorsqu'elle est utilisée avec une technologie de captage du carbone.

Production et utilisation de l'hydrogène

- › Une **délimitation des systèmes et une méthodologie harmonisées** ont été établies pour évaluer les effets environnementaux de cinq **voies de production d'hydrogène**, avec et sans captage du carbone. Une évaluation d'impact du cycle de vie a ensuite été réalisée pour déterminer l'intensité en carbone de ces voies de production.
- › Des **applications industrielles potentielles pour l'utilisation de l'hydrogène vert** ont été évaluées par rapport à l'électrification directe, notamment la production de chaleur à haute température, la production d'acier à partir de fer par réduction directe, le remplacement de l'hydrogène gris dans les raffineries et l'utilisation du méthanol dans le transport maritime.

12 %

POTENTIEL D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE GRÂCE À UN OUTIL D'ENTRETIEN ASSISTÉ PAR L'IA

89 %

TAUX DE PRÉCISION DE LA PRÉDICTION DES VOLUMES DE BOIS RÉCOLTÉ

57 %

POTENTIEL DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO₂ PROVENANT DES PROCÉDÉS DE PRODUCTION D'ACIER ET DE MÉTHANOL.

Développement de méthodologies et d'outils d'aide à la décision

Captage, utilisation et stockage du carbone (CUSC)

- › Une étude de cas industrielle a été réalisée pour évaluer les effets environnementaux et économiques de la mise en œuvre d'un système de **conversion d'électricité en X** (X représentant les produits chimiques ou carburants à faible teneur en carbone).

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les résultats démontrent des avantages environnementaux considérables, permettant de réduire jusqu'à 57 % les émissions de CO₂ provenant des procédés de production d'acier et de méthanol.

- › **L'intelligence artificielle et la connaissance des procédés** ont été utilisées pour accélérer le dimensionnement et l'établissement des coûts de deux **technologies de captage du CO₂ par solvant**. Des modèles de substitution fondés sur l'apprentissage machine ont été entraînés afin de prédire le dimensionnement des équipements et le rendement des procédés avec une marge d'erreur inférieure à ±10 % pour une large gamme de conditions de gaz de combustion et de taux de captage.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

L'outil peut prédire les paramètres de conception et les coûts d'investissement, d'exploitation et de captage en quelques secondes et peut être utilisé pour estimer rapidement et précisément le coût du captage du CO₂ pour des émetteurs au Canada.

- › **La bioénergie avec captage et stockage du carbone (BECS)** représente une occasion unique pour le Canada de générer des émissions négatives dans les activités de pâtes et papiers, de ciment et de sidérurgie. Un modèle complet d'usine de captage du CO₂ à base d'amines a été développé pour une usine canadienne typique de pâte kraft.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Le modèle a permis d'établir le coût et l'énergie supplémentaire nécessaire pour capter le CO₂ de la chaudière de récupération, de la chaudière de production d'énergie et du four à chaux de l'usine.

Évaluation des voies de décarbonation industrielle

- › La viabilité technico-économique de plusieurs stratégies de pointe pour parvenir à la **carbonneutralité dans la fabrication de l'acier** a été développée, en partant d'une base de référence d'usines représentatives jusqu'à une usine non émettrice en 2050.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Ces travaux ont permis de soutenir le plan d'investissement stratégique de notre partenaire industriel pour la décarbonation des opérations de ses usines.

- › Une plateforme de simulation a été développée pour évaluer plusieurs configurations potentielles des **usines de pâte kraft carbonégatives**.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Dix nouvelles technologies et nouveaux procédés ont été ajoutés à une usine de référence afin de proposer des feuilles de route de décarbonation pour éliminer l'utilisation des combustibles fossiles.

- › Une méthode novatrice et des outils inédits, combinant l'utilisation de l'apprentissage machine et de simulateurs de procédés commerciaux, ont permis d'**accélérer la conception de matériaux et de procédés**.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les premières applications aux technologies et procédés de CUSC et de production de biocarburants ont donné des résultats prometteurs.

- › À l'aide de modèles et d'ensembles de données rigoureux, nous développons le Cadre national d'évaluation du CUSC pour **évaluer le potentiel de décarbonation du CUSC, ses coûts et son incidence sur les décisions stratégiques**.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Notre équipe développe un modèle d'optimisation à haute performance pour la conception optimale en fonction des coûts de chaînes de valeur CUSC. Ce modèle a été validé avec succès à l'aide de six cas de référence du département de l'Énergie américain.

- › Une **méthodologie et des outils fondés sur des critères de mérite** ont été introduits pour aider à sélectionner les utilisations de l'électrification des procédés, de la biomasse et de l'hydrogène qui ont la plus grande incidence sur les émissions de GES dans les procédés à haute température.

Soutien des politiques

- Des rapports soulignant l'importante possibilité pour le Canada d'utiliser la biomasse dans les applications industrielles ont été remis au Service canadien des forêts (SCF), à Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) et au secteur des carburants de RNCan.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Notre équipe a démontré que l'utilisation de la biomasse offrait une réduction potentielle des émissions de GES de 15 millions de tonnes d'équivalent CO₂ par an.

- Un travail de modélisation a été effectué pour déterminer et estimer le potentiel de réduction des émissions de GES des possibilités d'électrification industrielle les plus efficaces au Québec.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Il a été démontré que l'industrie pouvait augmenter sa demande d'électricité de 45 % tout en réduisant ses émissions de GES de 75 %. Au Québec, cela se traduirait par une consommation d'électricité supplémentaire de 30 TWh par an.

- Le secteur des carburants de RNCan a bénéficié d'une modélisation et d'une assistance technique pour estimer les besoins futurs en hydrogène au Canada. Un soutien a également été apporté au gouvernement du Québec pour analyser et évaluer les opportunités liées à l'usage de l'hydrogène dans les efforts de décarbonation.
- L'examen et la synthèse de la documentation des études de carboneutralité fondées sur la modélisation ont été consolidés et présentent de nouveau la BECSC et l'électrification directe des utilisations finales comme étant les stratégies de décarbonation les plus intéressantes pour l'industrie.
- En collaboration avec l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), deux ministères du gouvernement du Québec et des organismes fédéraux, nous avons organisé le premier atelier québécois sur l'état de la situation et les perspectives en matière de CUSC.

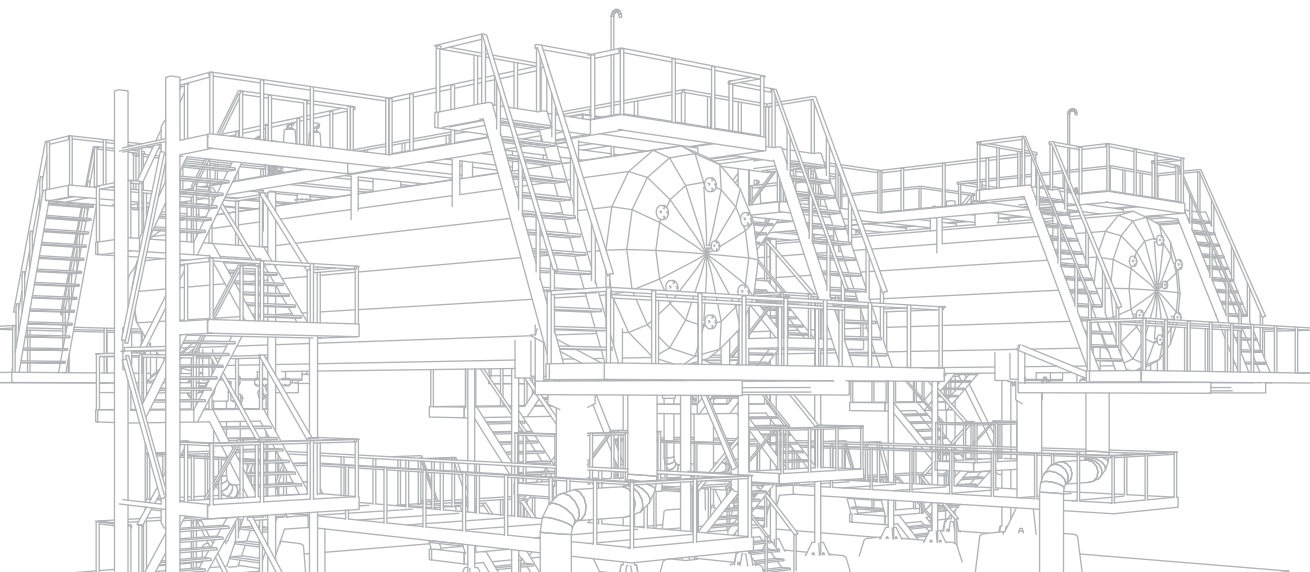
Sensibilisation à l'échelle mondiale

Nous continuons à jouer un rôle de premier plan pour soutenir le développement des sciences, des technologies et des politiques par de nombreuses participations à des comités d'experts et à d'autres initiatives de consultation.

Au Canada, nous avons soutenu :

- Le SCF et ECCC dans l'élaboration du Règlement sur les combustibles propres en évaluant son incidence potentielle sur le secteur forestier.
- La Régie de l'énergie du Canada en fournissant des données et des hypothèses de modélisation pour ses nouvelles projections (Avenir énergétique du Canada en 2023 – Offre et demande énergétiques à l'horizon 2050).
- Un atelier réunissant plus de 50 représentants de l'industrie forestière du Québec. Cet événement a permis de cerner les besoins et les défis liés au développement et à la mise en œuvre de solutions numériques pour réduire les émissions de GES et augmenter la productivité du secteur forestier.

À l'échelle internationale, nous coprésidons le comité exécutif du programme de l'Agence internationale de l'énergie sur les technologies et systèmes énergétiques industriels. Nous dirigeons également deux tâches de recherche, avec la participation de plus de 50 experts de 12 pays différents.





Groupe Bâtiments

Notre groupe Bâtiments mène des activités de R-D et déploie des solutions et des technologies rentables qui visent à décarboniser les bâtiments grâce à l'efficacité énergétique et des stratégies d'électrification intelligente.

Les principaux éléments des activités menées par notre équipe comprennent, sans s'y limiter :

Systemes de chauffage et de refroidissement renouvelables pour les bdtiments

- › Des courbes de rendement des pompes à chaleur à air pour climat froid ont été développées à partir d'essais de rendement détaillés de différentes pompes à chaleur à air pour climat froid, et en utilisant les points d'essai publiés par les fabricants.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Ces courbes de rendement répondent à un besoin important, puisque les courbes de rendement existantes doivent être développées manuellement et que les courbes de rendement par défaut utilisées pour la simulation énergétique ne reflètent pas les données réelles du marché. Les courbes développées ont été utilisées pour créer un guide de dimensionnement des pompes à chaleur à air et pour déterminer les stratégies de dimensionnement optimales pour les bdtiments résidentiels canadiens.

- › Un mélange réfrigérant à faible PRP a été défini et testé, démontrant un bon potentiel.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Ce mélange pourrait remplacer le réfrigérant R410a dans une pompe à chaleur à air pour climat froid tout en améliorant l'efficacité et la capacité de chauffage de 5 à 10 %. Les résultats sont significatifs, car ils ont permis de définir un mélange approprié pour l'élimination progressive du réfrigérant R410a sans diminuer le rendement de chauffage – un facteur important pour le climat canadien.

- › Construction et mise en service d'un banc d'essai de pompe à chaleur au CO₂ avec éjecteur

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Le banc d'essai étant terminé, les modèles de simulation seront validés et les connaissances en matière de fonctionnement et de contrôle seront développées. CanmetÉNERGIE à Varennes sera en mesure d'aider les fabricants d'équipements canadiens à accroître leur compétitivité en proposant des systèmes au CO₂ plus efficaces.

- › Deux brevets accordés pour l'innovation dans le domaine des systèmes de pompe géothermique

- **Brevet délivré aux États-Unis** : « Unité d'échange de chaleur au sol à canaux multiples et système géothermique »

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Cette innovation facilitera l'installation, améliorera le rendement et réduira le coût initial des systèmes de pompe géothermique à détente directe utilisant le CO₂.

- **Brevet délivré au Canada** : « Appareil de pompe à jet et procédés pour systèmes de puits à colonne permanente et déploiement de ceux-ci »

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Cette innovation facilitera l'installation de systèmes de puits à colonne permanente, qui nécessitent moins de capitaux que les systèmes géothermiques à circuit fermé courants en réduisant le nombre de trous de forage requis et en permettant de réaliser des économies constantes dans le temps. Parmi les autres avantages, il y a la possibilité d'intégrer les puits à colonne permanente dans des bdtiments déjà construits dans des zones urbaines denses.

- › Validation de principe du réseau thermique à conduite de CO₂

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Le réseau thermique à conduite de CO₂ en instance de brevet et développé par CEV devrait améliorer considérablement la façon dont l'énergie thermique est utilisée, récupérée et distribuée dans les bdtiments commerciaux et institutionnels. Cette technologie novatrice est composée d'une conduite unique qui fait circuler du CO₂ à deux phases comme fluide caloporteur dans un bdtiment. Des pompes à chaleur raccordées à la boucle de CO₂ assurent le chauffage ou le refroidissement des différents espaces du bdtiment. Les progrès réalisés au moyen d'un prototype de banc d'essai pavent la voie au réseau thermique à conduite de CO₂ vers le transfert de technologie en vue de sa commercialisation.

- › Travaux expérimentaux sur un banc d'essai de thermosiphon vertical dans le sol

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

L'achèvement des travaux expérimentaux a démontré le potentiel de récupération de chaleur extraite passivement (sans électricité) du sol à des fins de chauffage des locaux. Cette application est particulièrement intéressante pour les collectivités nordiques isolées. Des discussions avec des partenaires externes potentiels pour des projets de démonstration ont été entamées.

Fonctionnement optimal des bâtiments

- Des **méthodes d'analyse de données** ont été utilisées pour analyser les mesures opérationnelles des installations de chauffage et déterminer les possibilités de **réduction de la consommation de gaz naturel pour le chauffage des locaux** dans une grande installation fédérale près de Montréal, au Québec.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Des stratégies de contrôle ont été élaborées pour augmenter l'utilisation des chaudières électriques et minimiser l'utilisation des chaudières au gaz naturel tout en maintenant le confort des occupants. Après la mise en œuvre de ces stratégies, les résultats ont montré une réduction considérable de 79 % des émissions de GES associées au chauffage du bâtiment, avec seulement une augmentation très faible (0,3 %) de sa facture d'énergie totale.

- Des **stratégies de contrôle prédictif** ont été élaborées pour **réduire la consommation de gaz naturel** dans deux systèmes de chauffage urbain fédéraux. Ces stratégies utilisent des modèles de prévision de la charge de chauffage et des courbes de rendement de chaudière, fondées sur des données, pour atteindre une efficacité globale optimale du système qui minimise la consommation de gaz naturel tout en garantissant que la demande thermique urbaine est satisfaite.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les résultats de la mise en œuvre ont montré une réduction de 3 % des émissions de GES et des économies annuelles de près de 90 000 dollars en coûts d'énergie.

- Des stratégies visant à **réduire la consommation d'énergie des systèmes de refroidissement** ont été mises en œuvre dans un grand bâtiment commercial de Montréal, au Québec. Des solutions ont été développées pour améliorer la séquence des opérations des refroidisseurs, pour augmenter l'utilisation de l'air frais froid, ainsi que pour réduire la consommation d'énergie et les besoins de déshumidification.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les résultats préliminaires ont montré que la charge de refroidissement du bâtiment a été réduite de 12 %, alors que la consommation d'énergie du système de refroidissement a diminué de 33 %.

- Des contrôles visant à **améliorer la flexibilité énergétique des bâtiments** ont été développés et évalués à l'aide d'une simulation d'un parc comprenant 54 bâtiments commerciaux. Ces contrôles permettent aux bâtiments de moduler leur demande d'électricité en fonction des besoins du réseau.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les résultats ont montré que la collectivité pourrait économiser plus de 20 000 \$ en hiver si elle participait au programme de gestion de la demande d'Hydro-Québec. Les émissions de GES seraient également réduites de 13 tonnes d'équivalent CO₂.

79 %

DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES PROVENANT DE LA CENTRALE DE CHAUFFAGE D'UN BÂTIMENT DANS UNE GRANDE INSTALLATION FÉDÉRALE

90 000 \$

D'ÉCONOMIES ANNUELLES SUR LES COÛTS ÉNERGÉTIQUES GRÂCE À L'UTILISATION DE STRATÉGIES DE CONTRÔLE PRÉDICTIF

33 %

DE RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE POUR LE SYSTÈME DE REFOUILLISSEMENT D'UN GRAND BÂTIMENT COMMERCIAL

Systemes énergétiques pour les infrastructures du Nord et des régions éloignées

- Le [projet du programme pour la science au service de la paix et de la sécurité de l'OTAN](#) s'est achevé en mai 2022. Ce projet a permis d'établir une **méthodologie harmonisée pour permettre aux pays de l'OTAN** d'adopter les pratiques de gestion de l'énergie de la norme ISO 50001 dans les infrastructures des forces déployées. Des outils ont été développés pour permettre aux ingénieurs et planificateurs de camps de mieux comprendre et prévoir les besoins en électricité et en énergie des camps déployés. Des cours de formation sur la mesure de consommation énergétique ont également été organisés pour les partenaires du projet.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Une proposition de projet de suivi a été élaborée pour démontrer comment les données énergétiques et les outils de planification des camps peuvent réduire la consommation de diesel dans les camps déployés. Les membres de l'équipe ont également contribué à l'élaboration d'un document d'orientation sur les grands principes de conception des futures normes énergétiques de l'OTAN (connu sous le nom de « Operational Energy Concept »). Cette initiative est dirigée par le Centre d'excellence pour la sécurité énergétique de l'OTAN.

- Plusieurs projets dans le domaine de l'électricité et de l'énergie ont été entrepris afin de **réduire la dépendance au carburant diesel des activités de surveillance dans l'Arctique**. Des audits énergétiques ont été réalisés pour plusieurs sites radar à longue et courte portée du Système d'alerte du Nord. Le projet de recherche est mené en collaboration avec Recherche et développement pour la défense Canada et le Conseil national de recherches de Vancouver.

- D'autres activités de recherche ont porté sur la conception de systèmes énergétiques de faible puissance utilisant des piles à combustible au méthanol direct pour le déploiement et le fonctionnement autonome dans le Haut-Arctique, sans recours au carburant diesel. Ces projets de recherche sont menés en collaboration avec Recherche et développement pour la défense Canada – Atlantique.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Notre équipe a déterminé les possibilités de modernisation des sites et de réduction de la dépendance au diesel en utilisant l'énergie solaire photovoltaïque, les piles à combustible, le stockage d'énergie par batterie et la cogénération.

- Un soutien a été offert de façon continue pendant l'année au Commandement des opérations interarmées du ministère de la Défense nationale pour le programme de gestion de l'énergie.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Deux cours de formation sur la mesure de la consommation énergétique et les outils de planification des camps ont été dispensés à diverses unités des Forces canadiennes dans l'ensemble du Canada. Les efforts ont également porté sur l'essai de génératrices au diesel à vitesse variable, qui ont permis de réaliser des économies de carburant de près de 50 % par rapport aux génératrices au diesel usuelles des camps déployés au Canada. Les résultats ont permis de formuler des recommandations pour les futurs approvisionnements tout en soutenant la démonstration et la validation de principe de cette technologie.

Écologisation des opérations gouvernementales

CanmetÉNERGIE à Varennes et l'Office de l'efficacité énergétique (OEE) sont mandatés par le Centre pour un gouvernement vert du Secrétariat du Conseil du Trésor pour fournir un soutien aux ministères fédéraux afin de les aider à **atteindre les objectifs de réduction des émissions de GES établis dans la Stratégie pour un gouvernement vert**. Ces services de soutien sont fournis dans le cadre du programme Écologisation des opérations gouvernementales. En 2022-2023, notre centre a contribué à ce programme de plusieurs façons, notamment en :

- Élaborant et mettant en œuvre des outils et des guides, et en soutenant la mise en œuvre de projets de [mise en service de bâtiments existants \(CxBE\)](#) et de mise en service continue (OCx), en collaboration avec l'OEE, le ministère de la Défense nationale (MDN), Services publics et Approvisionnement Canada (SPAC) et Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC).
- Explorant avec Santé Canada (SC) la possibilité de **réaliser des audits énergétiques simplifiés** à l'aide du logiciel RETScreen.
- Collaborant à l'**élaboration de la stratégie d'écologisation de RNCAN**.
- Dirigeant des discussions sur l'**utilisation de la technologie de pompe à chaleur à haute température** dans différents contextes, que ce soit pour des études de faisabilité, des projets de démonstration ou des projets de rénovation, en particulier dans le cas des bâtiments patrimoniaux.
- Fournissant un **soutien technique ponctuel ou continu à plusieurs ministères**, comme le Secrétariat du Conseil du Trésor (SCT), pour l'**élaboration de politiques et de lignes directrices** liées à la Stratégie pour un gouvernement vert, ainsi qu'à l'équipe de projet de l'Agence des services frontaliers du Canada (ASFC) dans le cadre d'un **contrat de rendement énergétique** multirégional.



RETScreen[®]
Expert

Groupe RETScreen

Le groupe RETScreen développe et déploie la *plateforme logicielle de gestion d'énergies propres RETScreen* de classe mondiale qui permet la planification, la mise en œuvre, le suivi et la préparation de rapports de projets à faibles émissions de carbone pour les bâtiments, les usines et les centrales électriques partout dans le monde.

Les travaux du groupe comprennent plusieurs volets qui font progresser le mandat de RNCAN, qui est de veiller à ce que les abondantes ressources naturelles du Canada soient développées de façon durable, concurrentielle et inclusive.

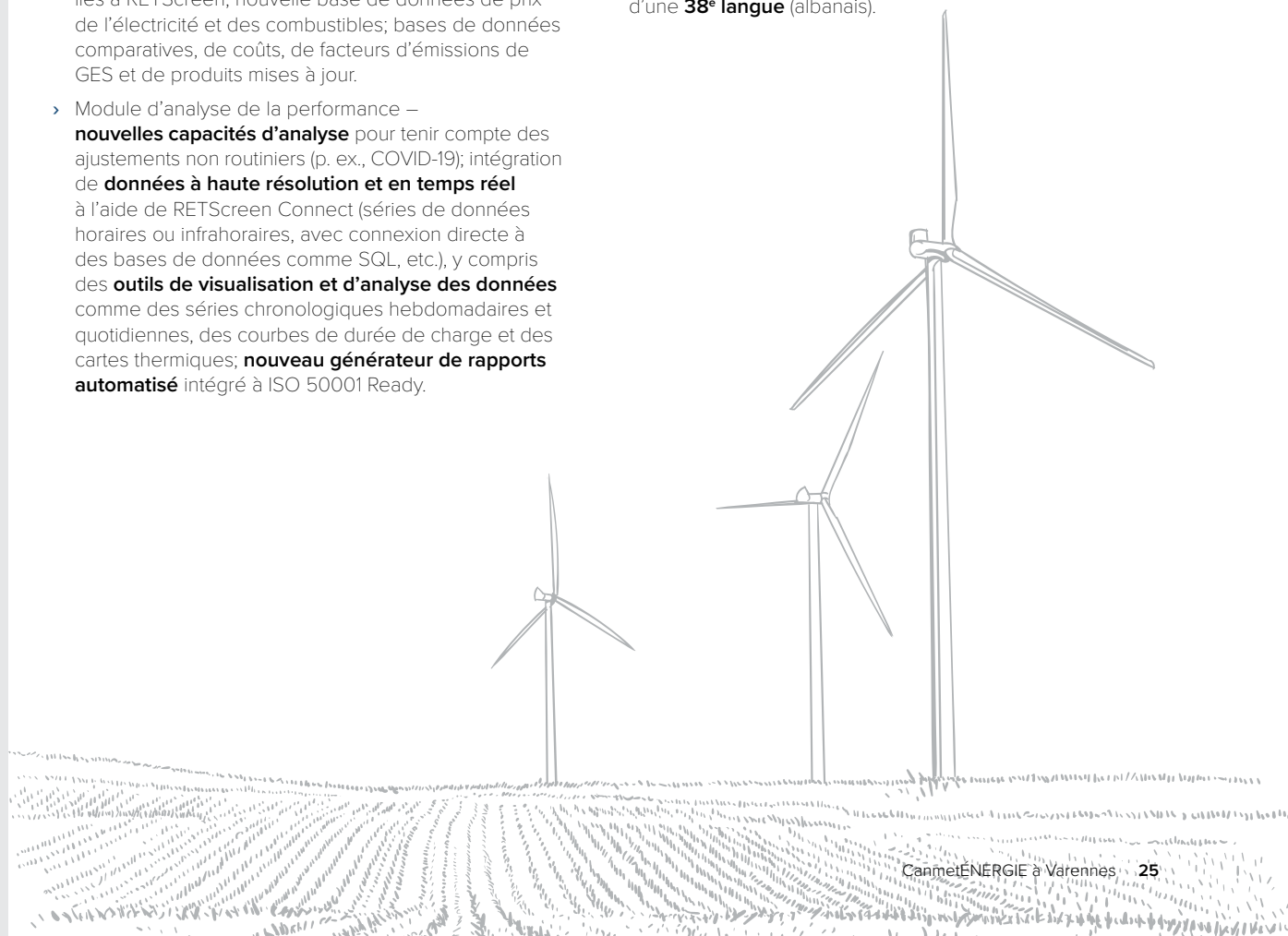
Ces volets comprennent :
le Laboratoire d'innovation RETScreen, qui collabore avec des organisations gouvernementales et multilatérales pour cofinancer et développer des versions avancées du logiciel RETScreen; *l'Intégration des données à RETScreen*, qui offre un service d'intégration selon le principe du recouvrement des coûts, aidant les entreprises clientes à déployer la plateforme au niveau de leurs installations et dans l'ensemble de leur portefeuille; le programme de *Renforcement des compétences RETScreen*, qui aide à améliorer les connaissances, les compétences et les capacités de plus de 800 000 professionnels mondiaux de l'énergie, des infrastructures et du développement durable qui utilisent le logiciel RETScreen.

Les principaux éléments de ces volets pour l'exercice 2022-2023 comprennent, sans s'y limiter :

Laboratoire d'innovation RETScreen Innovation

La version 9.0 du [logiciel RETScreen](#) a été publiée. Cette mise à jour comprend les nouvelles fonctionnalités suivantes :

- › Modules d'analyse de comparaison et de faisabilité – **30 archétypes de réduction importante des émissions** utilisant l'IA; archétypes pour le traitement de l'eau et les usines de traitement des eaux usées; **outil de mise à l'échelle** des archétypes selon la taille réelle des installations; outil d'évaluation des projets d'utilisation efficiente de l'eau; connecteur à EnergyPlus avec des **résultats de simulation horaire** directement liés à RETScreen; nouvelle base de données de prix de l'électricité et des combustibles; bases de données comparatives, de coûts, de facteurs d'émissions de GES et de produits mises à jour.
- › Module d'analyse de la performance – **nouvelles capacités d'analyse** pour tenir compte des ajustements non routiniers (p. ex., COVID-19); intégration de **données à haute résolution et en temps réel** à l'aide de RETScreen Connect (séries de données horaires ou infrahoraires, avec connexion directe à des bases de données comme SQL, etc.), y compris des **outils de visualisation et d'analyse des données** comme des séries chronologiques hebdomadaires et quotidiennes, des courbes de durée de charge et des cartes thermiques; **nouveau générateur de rapports automatisé** intégré à ISO 50001 Ready.
- › Module d'analyse de portefeuille et tous les modules – **nouvel outil de création et de gestion de portefeuille automatisé** pour l'analyse de faisabilité, la mesure et vérification (M et V) et la production de rapports d'émissions de GES pour l'ensemble du portefeuille; exemple d'analyse du coût du cycle de vie du Secrétariat du Conseil du Trésor (SCT) ajouté à « Mon portefeuille »; **diverses mises à niveau des outils d'analyse, de visualisation et de comparaison des données**; reprogrammation du logiciel pour les environnements 64 bits – meilleure utilisation de la mémoire et meilleure performance du logiciel; ajout d'une **38^e langue** (albanais).



Intégration des données à RETScreen

- › L'inventaire des émissions de gaz à effet de serre du gouvernement du Canada préparé annuellement par le Secrétariat du Conseil du Trésor (SCT), avec l'appui de l'équipe RETScreen de Varennes, utilise le logiciel RETScreen pour produire des **rapports sur les émissions de GES provenant des installations fédérales et des opérations du parc de véhicules conventionnel** (émissions de portée 1 et 2) et des déplacements aériens (portée 3).
- › Soutien continu, en recouvrement des coûts, au ministère de la Défense nationale (MDN) pour mettre en œuvre et maintenir le portefeuille RETScreen comprenant plus de **10 000 installations militaires**.
- › Soutien d'autres clients, en recouvrement des coûts, pour mettre en œuvre et maintenir les portefeuilles RETScreen :
 - Affaires mondiales Canada (AMC) – plus de **300 installations** de missions étrangères
 - Ressources naturelles Canada (RNC) – **29 installations**
 - Agence spatiale canadienne (ASC) – **15 installations**
- › Soutien technique offert de façon continue à de nombreux gestionnaires de l'énergie, des infrastructures et du développement durable au sein d'entreprises des secteurs public et privé, qui utilisent RETScreen pour la **gestion de l'énergie et des émissions de GES à l'échelle du portefeuille pour des milliers d'installations** situées au Canada et ailleurs dans le monde.

Renforcement des compétences RETScreen

- › Organisation de la **Conférence mondiale RETScreen** virtuelle en collaboration avec Energy Manager Canada, avec plus de 800 participants provenant de l'ensemble du Canada et de plusieurs autres pays.
- › Lancement inaugural des **Prix de reconnaissance de l'excellence de NASA POWER et RETScreen** en collaboration avec la National Aeronautics and Space Administration (NASA) lors de l'événement NASA POWER Global Community Summit.
- › **Activités de sensibilisation auprès de divers intervenants clés** afin de maintenir le nombre de téléchargements du logiciel à plus de 40 000 par année et renforcer les compétences des 800 000 utilisateurs de RETScreen et plus, au Canada et dans le monde.
- › **Activités coordonnées avec le réseau de formateurs RETScreen**, y compris le développement et le soutien des versions anglaise, française et espagnole de « **Introduction to Energy Management Powered by RETScreen** », un **cours en ligne ouvert à tous** (CLOT) offert par HEC Montréal.
- › Soutien technique approfondi offert aux clients abonnés et communication régulière avec les clients potentiels de grande valeur afin de renforcer les **compétences des utilisateurs clés, de façon continue**.
- › Soutien offert au programme Bâtiments communautaires verts et inclusifs (BCVI) d'Infrastructure Canada (INFC) d'une valeur de 1,5 milliard de dollars pour **examiner plusieurs demandes de financement** présentées au programme BCVI à l'aide du logiciel RETScreen.
- › Activités de sensibilisation ciblées, notamment des bulletins réguliers envoyés par courriel à plus de **150 000 abonnés au bulletin d'informations**, et réalisation de **plusieurs nouvelles vidéos de formation**.

+ 800

PARTICIPANTS À LA CONFÉRENCE
MONDIALE RETSCREEN

+ 40 000

TÉLÉCHARGEMENTS DU LOGICIEL
CHAQUE ANNÉE

+ 800 000

UTILISATEURS DE RETSCREEN AU
CANADA ET À TRAVERS LE MONDE

Innovation à CEV : deux cas de réussite

Optimisation de la chaîne de valeur forestière (OCVF)

Reconnaissant les liens étroits entre les secteurs de l'énergie, de la foresterie et du numérique, CanmetÉNERGIE à Varennes et le Service canadien des forêts (SCF) font progresser une initiative de recherche collaborative qui vise à développer un écosystème de données forestières et une plateforme d'aide à la décision intégrant des outils de mégadonnées et d'IA pour optimiser le rendement en matière d'énergie et d'émissions de GES et les chaînes de valeur. Plus précisément, cette **initiative numérique OCVF** s'efforce de :

Permettre :

- › une meilleure utilisation des ressources et des données tout au long de la chaîne de valeur
- › la valorisation des volumes de biomasse forestière
- › l'évaluation et l'intégration accélérées des possibilités de production de nouveaux bioproduits tout au long de la chaîne de valeur
- › l'optimisation du rendement des actifs
- › l'amélioration de la planification et des prévisions de la demande et de la production

Grâce à :

- › un accès et une utilisation accrus de données et d'informations de qualité
- › des projets de démonstration générant des gains rapides et pertinents pour divers intervenants
- › le développement de modèles haute-fidélité (jumeaux numériques) d'équipements, d'unités et de chaînes d'approvisionnement
- › l'élaboration de feuilles de route pour le déploiement d'outils numériques et de plateformes numériques ouvertes



Principales étapes franchies à ce jour :

- › Ateliers provinciaux du Nouveau-Brunswick et de RNCAN sur le bioraffinage forestier pour établir la vision et les priorités clés
- › Déploiement d'un banc d'essai au Nouveau-Brunswick avec des études de cas de validation de concept
- › Établissement d'une coordination intersectorielle à RNCAN

Analyse de pompe à chaleur fondée sur la simulation

Les pompes à chaleur sont essentielles à la décarbonation du secteur résidentiel canadien. Cependant, leur effet sur la consommation d'énergie, les émissions de GES et les coûts liés aux services publics et à l'ensemble du système dépend de paramètres régionaux comme le climat et les tarifs et structures des services publics locaux. Dans la dernière année, une équipe de notre centre a utilisé une approche fondée sur la simulation pour mieux comprendre les répercussions de la transition des sources d'énergie de chauffage courantes (gaz naturel, électricité, pétrole) aux pompes à chaleur à air au Canada.

Ce cadre d'analyse peut être utilisé pour évaluer le portrait en constante évolution des pompes à chaleur au Canada. Les résultats fournissent un aperçu des implications actuelles en matière d'énergie, d'émissions et de coûts, ainsi que de la manière dont ces éléments peuvent être influencés à l'avenir en fonction de divers scénarios politiques et de marché (p. ex. incitatifs, évolution de la taxe carbone, changements dans les coûts de système).



Principales étapes franchies à ce jour :

- › Développement d'un cadre flexible pour évaluer les émissions et les implications énergétiques et économiques des pompes à chaleur à air dans les habitations canadiennes
- › Évaluation des émissions et des implications énergétiques et économiques de la transition du chauffage électrique, au gaz naturel ou au mazout vers les pompes à chaleur à air (selon les paramètres économiques de 2022)
- › Analyse de sensibilité économique du système en rapport aux changements dans la tarification du carbone

Aperçu de nos collaborateurs





Visitez
notre chaîne
YouTube

Énergie propre | Recherche | Innovation | Leadership

