

2023
2024

RAPPORT ANNUEL

CanmetÉNERGIE à Varennes

*Un centre de recherche
du gouvernement du Canada*



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada



Canada

Table des matières

5	Mot du directeur général
6	Qui nous sommes
8	Structure et budget annuel
9	Regard vert sur l'avenir...
11	Survol de nos activités de science et technologie réalisées au cours de l'exercice 2023-2024
12	Bâtiments
18	Optimisation des procédés industriels (OPI)
24	Intégration des énergies renouvelables (IER)
30	RETScreen
35	Nos équipes de soutien
36	Opérations
37	Unité d'impact scientifique
38	Rayonnement scientifique
39	Aperçu de nos collaborateurs



Mot du directeur général



Dans le contexte de la crise climatique, le terme « transition énergétique » est sur toutes les tribunes. Avec raison, car en 2020, l'utilisation des combustibles fossiles et de la biomasse a généré environ 490 Mt (73 %) d'émissions de gaz à effet de serre (GES) au Canada¹.

La volonté du Canada de décarboner ses réseaux électriques d'ici 2035 et d'atteindre les cibles de réduction des émissions de GES de son système énergétique de 40 à 45 % d'ici 2030, et de 100 % d'ici 2050, complexifie le problème et les solutions. Les émissions de GES liées aux combustibles fossiles peuvent être éliminées grâce à l'électrification des usages, à l'électricité propre, au captage, à l'utilisation et au stockage du carbone (CUSC) et à l'utilisation de la biomasse durable.

Une électrification massive des usages pourrait doubler, voire tripler la consommation d'électricité, nécessitant des moyens de production d'électricité renouvelable au-delà de ce qui est requis pour la décarbonation des réseaux électriques existants. Le CUSC nécessite une mise à l'échelle rentable des procédés ainsi que des investissements majeurs dans l'industrie. La biomasse durable disponible est de nature variable et en volume insuffisant pour remplacer la totalité des combustibles fossiles, et elle nécessite la mise à l'échelle de technologies de transformation adaptées aux différents marchés.

Devons-nous favoriser une voie en particulier? Dans quelles proportions et pour quels usages? Comment peut-on s'assurer de faire les bons choix en matière de technologies, de programmes de subvention, d'investissement et de réglementation pour assurer une transition juste et équitable qui préservera la qualité de vie de tous.tes les Canadien.ne.s, en particulier sur le plan environnemental, économique et de la santé publique? Il s'agit de questions complexes et multidisciplinaires qui touchent toute la planète.

Les travaux de modélisation des systèmes énergétiques à grande échelle menés par CanmetÉNERGIE à Varennes, en collaboration avec nos partenaires, permettent de définir les enjeux et d'établir des objectifs. Plus précisément, nos travaux contribuent à lever les incertitudes technologiques et scientifiques associées aux systèmes énergétiques afin de permettre au gouvernement, à l'industrie et aux particuliers de prendre des décisions fondées sur des données scientifiques crédibles pour commencer à bâtir dès maintenant les infrastructures qui seront nécessaires à l'atteinte des objectifs de 2030, 2035 et 2050.

En 2023, nous avons produit un plan scientifique 2023-2028 qui intègre l'ensemble de nos activités de recherche et développement (R-D) et de déploiement. Ce plan scientifique a été conçu pour maximiser l'incidence de nos travaux selon un modèle axé sur la mission. Nous avons aussi produit un plan de rayonnement afin de maximiser le transfert de nos connaissances aux différentes parties prenantes.

En 2024-2025, nous continuerons à développer nos capacités matérielles et scientifiques, y compris notre infrastructure de microréseau et de calcul haute performance, et nous augmenterons les efforts et les partenariats dans le domaine de la modélisation des systèmes énergétiques à grande échelle. Puisque nos ressources humaines sont essentielles à la réalisation de notre mission, nous ferons une refonte de notre plan de mieux-être et mettrons sur pied un plan de relève afin d'assurer la continuité de nos recherches de qualité.

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 180 chercheurs.euses, ingénieur.e.s, technologues, gestionnaires et membres du personnel de soutien, nous menons des activités de recherche et développement (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 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 toute la population canadienne.

Nos valeurs

Au coeur de nos décisions et de nos actions se trouvent l'excellence et la portée de nos travaux, l'imputabilité des ressources et des fonds publics, le travail d'équipe efficace, ainsi que le bien-être, l'épanouissement et la motivation de nos employés.e.s. Nous valorisons la diversité au sein de notre équipe pour un milieu de travail sain, respectueux, inclusif et créatif.

Nos impacts et notre productivité scientifique

Nous utilisons plusieurs moyens pour vulgariser et diffuser notre science. Les résultats de nos activités de R-D sont notamment :

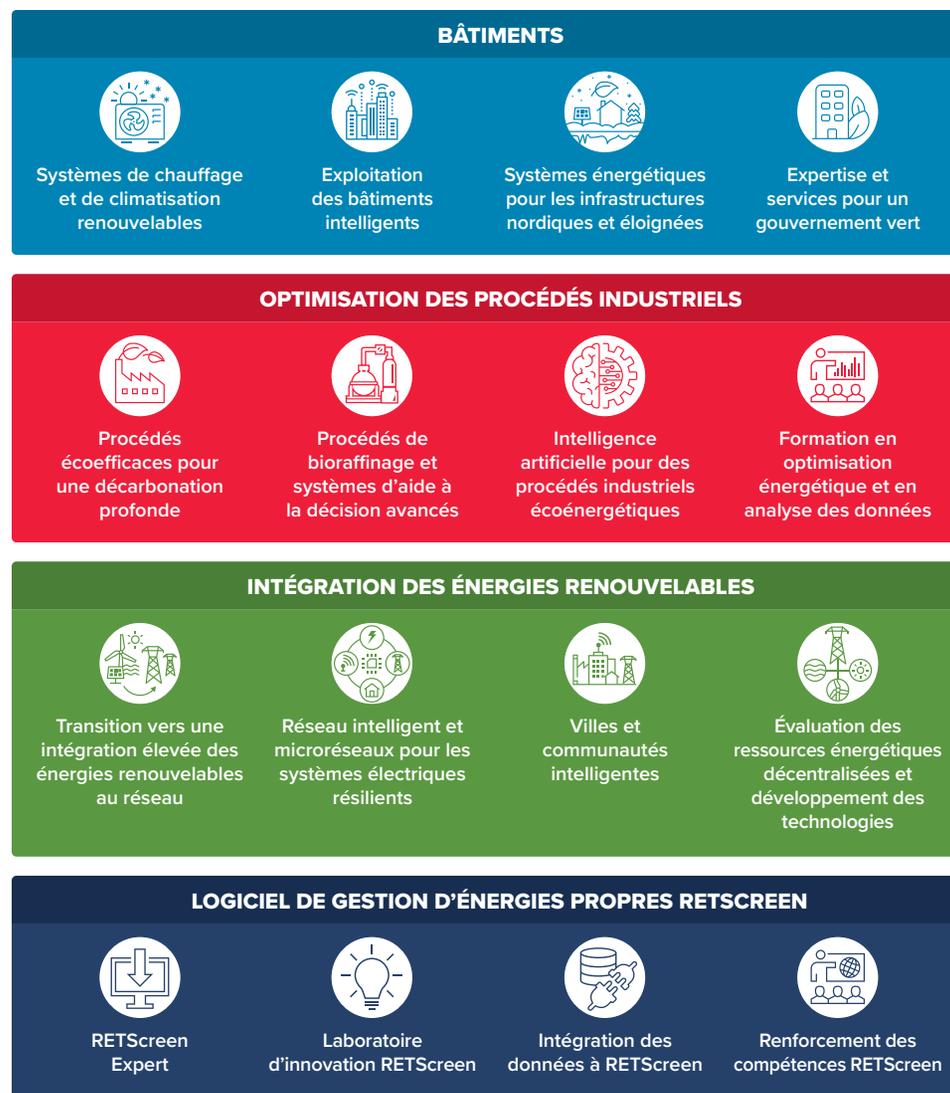
- > présentés dans des conférences internationales;
- > publiés dans des rapports et des revues scientifiques;
- > intégrés dans plusieurs codes et normes;
- > inclus dans de nouvelles technologies brevetées;
- > enseignés dans des cours universitaires, des ateliers et des formations;
- > mis en valeur à l'aide d'affiches, de vidéos, de brochures et d'autre matériel de promotion;
- > déployés au sein de nos logiciels, des installations du gouvernement fédéral et des communautés éloignées non reliées au réseau électrique;
- > partagés dans des reportages télévisés, des entrevues à la radio, des articles publiés sur le site de Ressources Naturelles Canada, ainsi que des publications sur nos plateformes numériques.

Nos travaux sont axés sur une transition énergétique réussie et l'atteinte des cibles de réduction des émissions de GES. 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;
- > favoriser l'innovation technologique dans les divers secteurs d'activités canadiens.

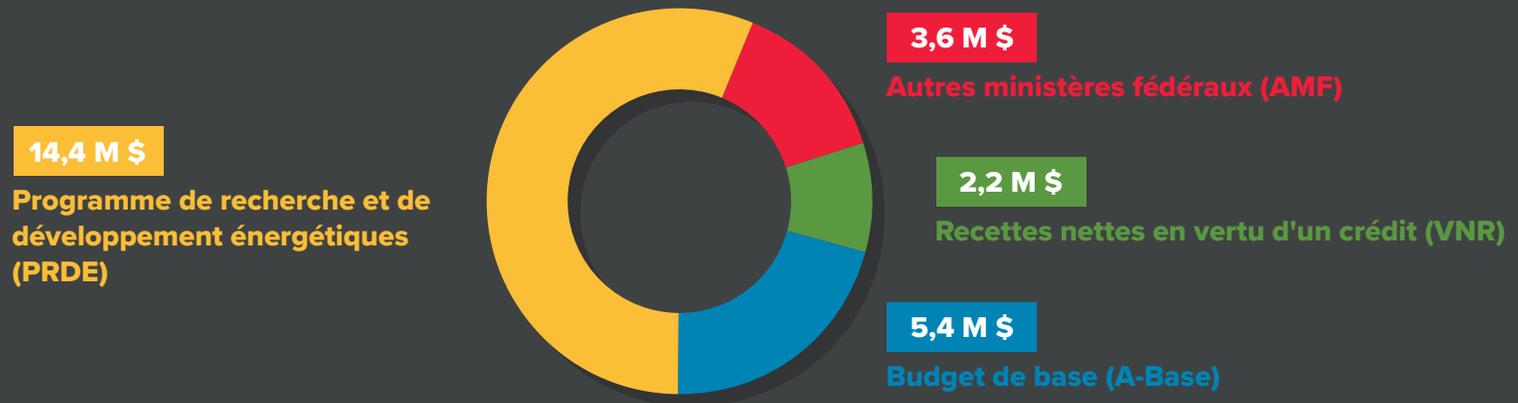
Nos domaines d'activités

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

Provenance des fonds



Équipes stratégiques et de soutien

Unité d'impact scientifique

3 employé.e.s
0,5 M \$

Rayonnement scientifique

4 employé.e.s
0,3 M \$

Opérations

20 employé.e.s
3,2 M \$

Programmes de R-D

Bâtiments

20 employé.e.s
4,0 M \$

Industrie

40 employé.e.s
5 M \$

Intégration des énergies renouvelables

30 employé.e.s
3,6 M \$

Déploiement

RETScreen

23 employé.e.s
2,9 M \$

Écologisation des opérations gouvernementales

10 employé.e.s
2,3 M \$

Systèmes énergétiques pour les infrastructures nordiques et éloignées

7 employé.e.s
2,5 M \$

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

Regard **vert** sur l'avenir...

L'année 2023-2024 s'est déroulée dans la continuité. Regardant vers l'avant, nous constatons que la réalisation de notre plan scientifique de cinq ans est en bonne voie. Ce dernier est 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.

Un survol de nos activités et de nos réussites scientifiques est présenté dans les prochaines pages de ce rapport. Nous sommes fiers de ce que nous avons réalisé au cours de la dernière année et nous sommes enthousiasmés à l'idée de continuer à accomplir notre mission pour les années à venir.

Nous reconnaissons qu'il faut réduire la consommation d'énergie, convertir les usages difficiles à électrifier vers des carburants faibles en carbone, et électrifier les usages énergétiques tout en augmentant la capacité des réseaux électriques et en les conservant propres et abordables.

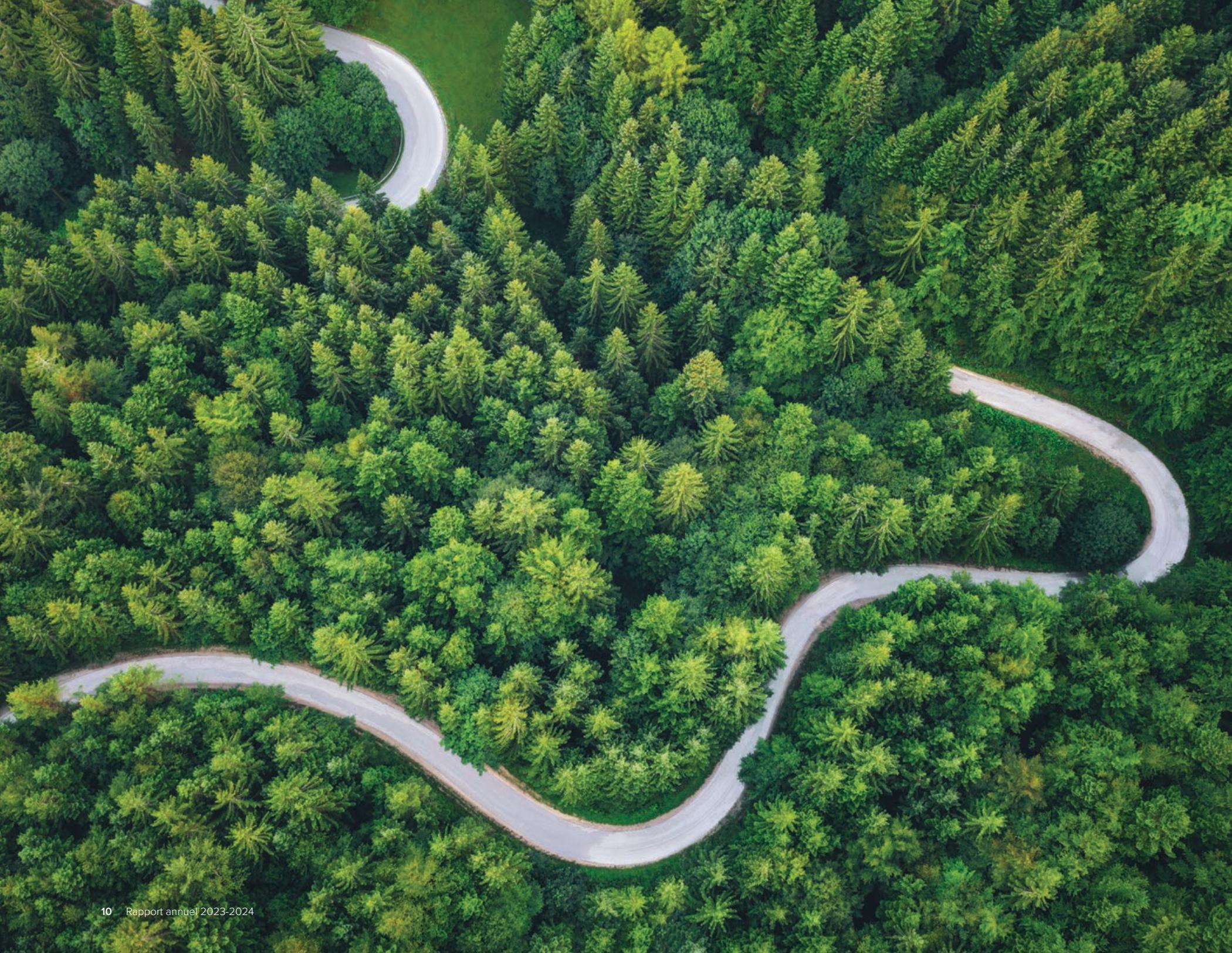
Pour ce faire, nous :

- › continuerons de faire évoluer nos installations d'essais pour nous doter d'un microréseau électrique et thermique d'une capacité d'environ 250 kWe – une infrastructure qui permettra l'étude d'une intégration massive d'énergie solaire, d'onduleurs bâtisseurs de réseau, du contrôle des charges pour la stabilité, et de schémas de protection dans des configurations ayant une forte pénétration d'énergie renouvelable;
- › 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 potentiel de réchauffement planétaire (PRP), comme le CO₂;
- › 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 d'assurer un impact conséquent avec les efforts que nous mettons en place, nous exécuterons un plan de communication taillé sur mesure selon nos différentes parties prenantes.

L'avenir s'annonce prometteur.

Et nous œuvrons avec diligence pour être à la hauteur.





Survol de nos
**activités de science
et technologie**
réalisées au cours de
l'exercice 2023-2024



Bâtiments

Notre groupe Bâtiments réalise des activités de R-D et déploie des solutions et des technologies d'efficacité énergétique, d'intégration des énergies renouvelables et d'électrification intelligente pour décarboner les bâtiments. Nos activités sont destinées à soutenir le Canada dans la réalisation de ses objectifs de réduction des émissions de GES pour atteindre la carboneutralité d'ici 2050.

Chauffage et refroidissement **renouvelables**

Études d'impact de l'adoption des pompes à chaleur

Les pompes à chaleur jouent un rôle essentiel dans la décarbonation du chauffage. Des **études de simulation techno-économique de la mise en œuvre de pompes à chaleur à air pour climat froid** dans le secteur résidentiel canadien ont été réalisées afin de quantifier les avantages régionaux, les obstacles et les stratégies pour accroître l'adoption de ces systèmes.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Ces études ont été utilisées pour **élaborer les exigences de l'Initiative canadienne pour des maisons plus vertes** ainsi qu'un **guide de dimensionnement des pompes à chaleur**. Elles ont également permis de mieux comprendre l'augmentation de la demande d'électricité, répondant à des questions sur d'autres aspects de la décarbonation. Les études ont été présentées lors de la Conférence internationale sur les pompes à chaleur (Chicago, mai 2023) dans le cadre d'un discours liminaire qui a permis de diffuser les données.

Pompe à chaleur au CO₂ avec éjecteur

Les pompes à chaleur au CO₂ transcritiques sont de plus en plus **utilisées pour diverses applications de chauffage et de refroidissement dans les bâtiments**. L'intégration d'un éjecteur diphasique en tant que mécanisme d'expansion améliore le rendement d'une pompe à chaleur, en particulier à des températures basses à la source. L'éjecteur est un dispositif simple, sans pièces mobiles, qui permet à une pression élevée d'entraîner et de comprimer un flux de pression plus faible.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les résultats expérimentaux avec le banc d'essai ont confirmé l'intérêt de l'éjecteur pour **améliorer le rendement de la pompe à chaleur dans certaines conditions** (coefficient de performance augmenté de 18 % et capacité augmentée de 20 %). Les données ont aussi permis de valider les modèles thermodynamiques et de dynamique des fluides numérique qui sont utilisés pour la conception de l'éjecteur et son intégration dans un système. Notre équipe d'experts possède ainsi les connaissances pour **aider les fabricants canadiens à accroître leur compétitivité** en proposant des systèmes au CO₂ plus efficaces.

Réseau thermique au CO₂

Le réseau thermique à conduite de CO₂ développé par CEV **devrait améliorer considérablement la façon dont l'énergie thermique est utilisée, récupérée et distribuée** dans les bâtiments commerciaux et institutionnels. Cette technologie innovatrice est composée d'une conduite unique dans laquelle circule du CO₂ diphasique (liquide-vapeur) comme fluide caloporteur. Des pompes à chaleur raccordées à la boucle de CO₂ assurent le chauffage ou le refroidissement des différentes zones d'un bâtiment ou d'un ensemble de bâtiments.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Une série de tests réalisés dans diverses conditions d'opération avec le banc d'essai a permis de **confirmer l'intérêt de la technologie et de valider les modèles de design** de ce nouveau concept. Les séquences de contrôle, stratégiques pour obtenir les performances visées, ont été développées. Plusieurs discussions ont en cours avec des partenaires pour le **transfert de la technologie**. Celle-ci est maintenant brevetée au Canada et aux États-Unis.



Faits saillants

- › Notre équipe travaillant sur les projets du ministère de la Défense nationale (MDN) et de Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC) a reçu une reconnaissance et un prix pour le déploiement de systèmes électriques de surveillance à distance dans le Haut-Arctique.
- › Notre équipe participe à l'élaboration ou à la mise à jour de plusieurs codes et normes relatifs aux bâtiments, à la réfrigération et aux pompes à chaleur.
- › Une membre de l'équipe est vice-présidente et déléguée du comité exécutif du Programme de collaboration technologique sur les technologies de pompe à chaleur (HPT-TCP) de l'Agence internationale de l'énergie (AIE). Nous participons aussi aux annexes 58 et 60 du HPT-TCP en lien avec les technologies de pompes à chaleur.
- › Les résultats du projet à l'Agence spatiale canadienne ont été soulignés par la présidente du Conseil du Trésor du Canada lors d'une annonce ministérielle en février 2024.

Thermosiphon vertical au CO₂ pour extraire la chaleur du sol

Cette technologie passive est particulièrement intéressante pour **améliorer l'efficacité du chauffage des bâtiments dans les collectivités nordiques isolées**. Des discussions avec plusieurs partenaires sont en cours pour des projets de démonstration.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les résultats du banc d'essai ont permis de **valider les modèles de simulation** et de **confirmer les applications potentielles de la technologie**, en particulier le maintien du pergélisol avec récupération de la chaleur pour préchauffer l'air de ventilation des bâtiments. Une collaboration avec le Centre d'études nordiques de l'Université Laval et le Conseil national de recherches Canada (CNRC) est en cours d'élaboration.

Pompe à chaleur à haute température pour la modernisation des bâtiments

Un grand nombre de bâtiments du parc immobilier canadien utilisent un réseau de chauffage à haute température (80 à 90 °C), ce qui constitue une difficulté pour les pompes à chaleur dans les projets de modernisation (rétrofit). Des technologies existantes, nouvelles ou émergentes de pompes à chaleur qui permettent d'atteindre ces températures dans un système en cascade ou en utilisant des rejets thermiques sont une **solution pour l'électrification de ces bâtiments**.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Cinq études de faisabilité ont été réalisées pour l'intégration de **pompes à chaleur à haute température dans des bâtiments fédéraux**. Une entente a été signée avec une société canadienne pour établir le rendement de sa technologie utilisant un réfrigérant à faible potentiel de réchauffement planétaire et déterminer les possibilités d'amélioration.



Pour créer une résilience climatique, tout le monde doit faire sa part, et le gouvernement ne fait pas exception à la règle. L'amélioration des systèmes de chauffage dans le Nord et la réduction des émissions intrinsèques de carbone à l'Agence spatiale canadienne sont quelques-uns des moyens par lesquels l'innovation ouvre la voie à des activités carboneutres, rentables et écologiques. Grâce à la Stratégie pour un gouvernement vert, nous donnons l'exemple en écologisant nos propres activités par notre soutien à des projets qui nous rapprocheront de notre objectif de rendre nos activités carboneutres d'ici à 2050.



– L'honorable Anita Anand, présidente du Conseil du Trésor
(ministre responsable du Fonds pour un gouvernement vert et de la Stratégie pour un gouvernement vert)

Exploitation des bâtiments fondée sur les données pour l'efficacité énergétique, la flexibilité et la résilience

Contrôles avancés pour une plus grande flexibilité énergétique

Des stratégies de contrôle supervisé ont été élaborées pour **améliorer la flexibilité énergétique de groupes de bâtiments**. Quatre stratégies différentes fondées sur la supervision des points de consigne de la température ambiante et de la température du chauffe-eau domestique ont été élaborées, et leur incidence sur un groupe de 2 400 maisons a été évaluée à l'aide de simulations. Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une collaboration avec Polytechnique Montréal et de l'annexe 82 de l'AIE, *Bâtiments à flexibilité énergétique pour des systèmes énergétiques résilients à faibles émissions de carbone*.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les simulations ont révélé qu'il est possible de **réduire de 15 à 25 % la demande d'électricité de pointe** du groupe de maisons.

Compteurs d'énergie virtuels

Les compteurs d'énergie virtuels sont des modèles mathématiques qui, en l'absence de compteurs, calculent l'utilisation de l'énergie thermique dans différentes zones du bâtiment afin de **détecter et de corriger les inefficacités**. Des compteurs d'énergie virtuels ont été développés pour les systèmes de traitement de l'air et les systèmes de chauffage hydronique périmétrique et mis en œuvre dans le système d'automatisation du bâtiment du centre CanmetÉNERGIE à Varennes.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Des inefficacités énergétiques dues à une ventilation excessive et à une prise d'air frais inutile ont été détectées. Des mesures correctives sont actuellement mises en œuvre.

Guide technique pour les installations de chauffage urbain

Un guide technique pour **optimiser le fonctionnement des installations de chauffage urbain** équipées de chaudières au gaz naturel a été élaboré pour le ministère de la Défense nationale (MDN). Le guide décrit comment détecter les opérations inefficaces et proposer des mesures correctives, évaluer et suivre le rendement énergétique et développer des contrôles de supervision optimaux.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Le MDN a l'intention de mettre en œuvre des mesures d'efficacité énergétique fondées sur les données dans d'autres bases militaires à la suite des résultats prometteurs obtenus dans le cadre de notre projet financé par le Fonds pour un gouvernement vert.

Outils logiciels simplifiés

Le fonctionnement des installations de chauffage et de refroidissement est souvent peu optimisé, ce qui entraîne une augmentation des coûts énergétiques et des émissions de GES en raison du chauffage au gaz naturel.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Des outils logiciels simplifiés facilitant **l'optimisation du rendement énergétique** des installations de refroidissement et la réduction des émissions de GES des installations de chauffage équipées de chaudières électriques et au gaz naturel ont été **développés et testés à l'aide de données opérationnelles** provenant du centre de l'Agence spatiale canadienne (Saint-Hubert, Qc) et d'un grand bâtiment commercial (Montréal, Qc).

Réduction de la dépendance au diesel des infrastructures éloignées

Concept énergétique opérationnel de l'OTAN

Les avantages de la réduction de la dépendance au diesel des camps militaires ne se limitent pas à la réduction des émissions de GES associées au diesel. Ils comprennent aussi l'amélioration de la résilience, la réduction du nombre de convois de carburant, et possiblement l'accomplissement plus rapide de la mission. Une **expérience de gestion de l'énergie** a été menée en collaboration avec la Belgique, le Royaume-Uni, les États-Unis et le Centre d'excellence pour la sécurité énergétique de l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN) afin de démontrer l'efficacité énergétique dans un camp déployé.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

L'expérience a permis **d'élaborer un concept énergétique opérationnel** de l'OTAN qui détermine les obstacles et les prochaines étapes que les membres de l'OTAN doivent franchir pour mieux travailler ensemble. En outre, une **réduction de 20 % de la consommation de diesel** a été démontrée en suivant les points de mesurage de l'énergie harmonisés de l'OTAN avec l'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque, du stockage de l'énergie par batterie et des génératrices diesel dans le contexte d'un camp déployé.

Solutions énergétiques à faible consommation d'électricité pour la surveillance à distance

Ce projet a démontré la **capacité de fonctionnement autonome d'une pile à combustible à méthanol direct** avec des panneaux solaires photovoltaïques, un système de stockage d'énergie par batterie et un système éolien pendant la nuit polaire dans l'Arctique.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les résultats ont fait **progresser les efforts scientifiques dans le domaine de la production et du maintien de l'électricité dans l'Arctique**. L'utilisation de ce type de système pendant la nuit polaire n'avait jamais été démontrée ni réalisée auparavant et **constitue désormais une nouvelle capacité**.

Évaluation de l'efficacité énergétique pour la Marine royale canadienne

Plusieurs études ont été menées pour **améliorer l'efficacité opérationnelle des plateformes de la Marine royale canadienne**. Le projet est mené en collaboration avec Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC)-Atlantique et le CNRC.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Un audit énergétique a été réalisé sur le navire de combat de classe Halifax de la Marine royale canadienne et, pour la première fois, un ensemble de données détaillées sur la destination des principaux flux électriques a été recueilli. Les données ont permis **d'élaborer un modèle énergétique** pour formuler des recommandations en matière d'efficacité énergétique afin de **réduire la consommation de carburant et d'améliorer la prise de décision** grâce à l'analyse des données. Différents navires ont également été sélectionnés pour l'évaluation du potentiel d'électrification.

Écologisation des opérations gouvernementales

CanmetÉNERGIE à Varennes et l'Office de l'efficacité énergétique (OEE) sont mandatés par le Centre pour un gouvernement vert (CGV) du Secrétariat du Conseil du Trésor (SCT) 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 2023-2024, notre centre a contribué à ce programme de plusieurs façons, notamment en :

- › **soutenant neuf ministères et agences dans leur processus de décarbonation**, entre autres dans le cadre de contrats de rendement énergétique et de projets de mise en service de bâtiments existants (CxBE) ou dans le but d'évaluer ou de déterminer des possibilités visant l'efficacité énergétique et la réduction des émissions de GES;
- › **élaborant et mettant en œuvre des outils et des guides**, portant notamment sur la planification de la décarbonation et des questions de CxBE, en collaboration avec l'OEE et le MDN;
- › explorant avec Services correctionnels Canada (SCC) le potentiel pour un projet pilote portant sur la **conversion de déchets organiques** en biobriquettes pour la **production d'énergie sur site**;
- › entamant un projet financé par le Fonds pour un gouvernement vert visant la démonstration, dans le cadre de quelques projets pilotes, de **l'approche de mise en service en continu (CxC) appliquée à différents types de bâtiment**, en collaboration avec Services publics et Approvisionnement Canada (SPAC), le MDN et RNCan;
- › facilitant l'adoption de diverses approches et technologies par la **diffusion d'information et de connaissances** dans le cadre de cinq conférences et ateliers, d'une formation offerte à des étudiant.e.s universitaires et d'une participation à divers comités techniques d'associations de l'industrie, de codes ou de normes et de groupes de travail formés par le CGV du SCT.



Solution innovante

Deux brevets ont été octroyés pour une nouvelle technologie :

Titre :

Systeme d'énergie thermique à conduite unique

Brevet aux États-Unis



Brevet au Canada





Optimisation des procédés industriels (OPI)

Notre groupe 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, d'accroître leur compétitivité et de réduire leur empreinte environnementale.

Faire progresser la science et la technologie

Capture, utilisation et stockage du carbone (CUSC)

En collaboration avec CanmetÉNERGIE à Ottawa et différents intervenants canadiens, nous **développons le Cadre national d'évaluation du CUSC**. Cette plateforme d'aide à la décision intégrée vise à permettre aux gouvernements et à l'industrie de mieux planifier les projets de CUSC tout en tenant compte des coûts et du rendement technologique sur l'ensemble de la chaîne de valeur du CO₂, ainsi que de l'incidence des décisions politiques.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Un modèle d'optimisation de la chaîne de valeur du CUSC de pointe a été développé pour définir un plan optimal en matière de coûts visant à relier les émetteurs de CO₂ aux réservoirs de stockage. Ce modèle a été utilisé avec succès dans des **études de cas de réseaux de pipelines de transport de CO₂** incluant tous les principaux émetteurs industriels et les sites de stockage les plus prometteurs de l'Est et de l'Ouest du Canada.

Technologies et systèmes de CUSC à haut rendement

Des technologies avancées de capture du carbone réduisant la consommation d'énergie et le coût du capture du carbone sont essentielles pour un vaste déploiement du capture et stockage du carbone. Notre équipe étudie des améliorations novatrices associant des solvants efficaces à de nouvelles configurations d'équipements et de procédés qui permettront **d'améliorer significativement le transfert d'énergie et de masse**.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Des simulations détaillées et des analyses techno-économiques ont confirmé que des solvants prometteurs et de nouvelles configurations de procédés **pouvaient réduire la consommation d'énergie et les coûts jusqu'à 20 %** par rapport à la technologie classique de capture du carbone par monoéthanolamine. L'intégration de pompes à chaleur à haute température permet d'améliorer davantage le rendement énergétique, tandis que de nouveaux équipements d'absorption et d'élimination réduisent considérablement l'empreinte de l'unité de capture.

Outil d'aide à la décision pour l'évaluation économique des technologies de capture du carbone

Notre équipe **développe un outil d'aide à la décision convivial** qui permettra de prédire rapidement et avec précision la conception, le rendement et le coût des technologies de capture du carbone.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Des milliers de simulations de procédés détaillées ont été utilisées pour **élaborer et entraîner de puissants modèles d'apprentissage machine** pour deux technologies de capture à base d'amines et à base cryogénique. L'outil a été utilisé pour calculer, en moins d'une seconde, le coût du capture pour 70 installations industrielles émettant plus de 300 000 tonnes de CO₂/an dans l'Est du Canada.

Décarbonation industrielle alimentée par l'intelligence artificielle (IA)

Approche novatrice pour un contrôle de surveillance intelligent

Deux stratégies complémentaires sont proposées pour un **contrôle de surveillance intelligent à l'échelle du système** : la première utilise plusieurs agents d'apprentissage par renforcement profond et l'autre emploie un contrôle prédictif à modèle économique fondé sur l'apprentissage machine.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Des résultats préliminaires ont été obtenus dans le réseau de récupération de chaleur et le rebouilleur d'une usine de pâte à papier en utilisant la stratégie des agents d'apprentissage par renforcement profond, démontrant un potentiel d'économie d'énergie de 6 %.

Approche fondée sur l'IA pour l'aide à la décision en matière d'entretien à l'échelle du système

Cette approche avant-gardiste fondée sur l'IA exploite des techniques d'apprentissage machine pour construire des indicateurs de l'état des équipements, diagnostiquer les inefficacités, prédire la dégradation du rendement des équipements interconnectés et prescrire des actions permettant de maintenir le rendement global souhaité.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Contrairement aux méthodes habituelles axées sur des équipements individuels, cette **stratégie innovante prend en compte les interdépendances opérationnelles**, laissant entrevoir des effets positifs plus importants (économies d'énergie accrues, réduction des coûts d'exploitation, augmentation du rendement).

Approche d'optimisation fondée sur la simulation et alimentée par l'IA

Cette nouvelle approche utilise des agents d'apprentissage par renforcement qui interagissent avec des simulateurs pour **optimiser la conception écoénergétique et les opérations des procédés industriels**. Cela permet de réduire considérablement le nombre de simulations requises par l'approche habituelle, minimisant ainsi le temps et les coûts de conception tout en permettant d'atteindre une solution optimale.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Cette approche a permis de réduire les coûts de 5,5 % dans le cas d'un procédé de captage du CO₂, démontrant ainsi son efficacité tout en réduisant considérablement le temps de conception.

Initiative de chaîne de valeur forestière numérique dans la province de Québec

Nous travaillons avec le Centre canadien sur la fibre de bois sur une initiative de recherche visant à **développer un écosystème d'information forestière et une plateforme d'aide à la décision**. Celle-ci intègre des mégadonnées et des outils d'intelligence artificielle afin d'optimiser la productivité des chaînes de valeur forestières et leur rendement en matière d'énergie et de GES.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

De nombreux ateliers et tables rondes avec plus de 60 intervenants clés de la province ont conduit à l'élaboration d'une **proposition détaillée composée de 21 projets visant la numérisation des chaînes de valeur forestières**. Des discussions sont en cours pour établir des partenariats, trouver des sources de financement et lancer des projets.

Collaborer pour mieux décarboner

Entente de collaboration avec le gouvernement du Québec

Nous entretenons une collaboration fructueuse en matière de transition énergétique et de décarbonation avec le gouvernement du Québec depuis plus d'une décennie.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

L'entente de partenariat 2020-2023 a permis une caractérisation détaillée des émissions de GES et de la consommation de carburant des 100 sites les plus émetteurs de la province à l'échelle des opérations. Elle a également fourni des outils et des connaissances utiles à la **détermination, à l'évaluation et à la mise en œuvre de solutions technologiques prometteuses** pour atteindre les objectifs de décarbonation de l'économie québécoise.

Carburants propres

Évaluation des voies bio-SAF et e-SAF

En collaboration avec le Groupe International SAF+, nous **modélisons, simulons et évaluons les aspects techno-économiques des voies de carburants d'aviation durables (SAF)** : bio-SAF (de la biomasse au SAF) et e-SAF (électro-carburant synthétique d'aviation durable). Une évaluation préliminaire du marché des SAF a été réalisée afin de déterminer le potentiel de production de SAF dans l'Est du Canada.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

En utilisant la récupération du CO₂ à partir de sources industrielles et de résidus forestiers, cinq voies de production d'e-SAF et de bio-SAF ont été évaluées. Une synthèse des émissions industrielles de CO₂ a été réalisée pour l'Est du Canada, mettant en évidence 142 installations qui émettent environ 82 millions de tonnes d'équivalent CO₂ par an. Ces installations offrent des possibilités pour la mise en œuvre de technologies de production d'e-SAF.

Hydrogène

Cellule d'électrolyse à oxydes solides

La cellule d'électrolyse à oxydes solides représente un progrès majeur pour une économie de l'hydrogène en plein essor, car elle offre une voie prometteuse pour **produire de l'hydrogène en réduisant considérablement l'intensité en carbone**. Un modèle spécifique a été proposé pour produire de l'hydrogène pur à 99,9 %, offrant ainsi plusieurs options pour améliorer son efficacité énergétique et l'intensité en carbone qui en découle.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Une fiche d'évaluation de la qualité des données a été élaborée. Elle fournit un bilan de masse et d'énergie complet qui a été utilisé comme base de référence pour l'évaluation du cycle de vie et qui a été partagé avec le Conseil national de recherches Canada (CNRC). Trois variantes de cellule d'électrolyse à oxydes solides ont été développées et les effets sur l'empreinte carbone ont été évalués.

Outil d'analyse multicritère pour l'hydrogène vert

Un outil d'analyse multicritère a été développé pour l'utilisation de l'hydrogène vert dans l'industrie. Les critères les plus importants utilisés sont la réduction des GES par unité d'énergie utilisée, la pénalité énergétique, l'existence ou non de meilleures solutions, et les considérations techniques et économiques.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Diverses **applications industrielles potentielles pour l'utilisation de l'hydrogène vert** ont été étudiées. Parmi ces applications, un nombre limité offre un potentiel de réduction des GES aussi important que l'électrification directe, qui devrait être favorisée compte tenu de la disponibilité limitée de l'électricité renouvelable.

Décarbonation industrielle

Ce projet vise à développer des solutions innovantes qui intègrent l'efficacité énergétique, les technologies propres, l'électrification flexible et l'utilisation de carburants à faible teneur en carbone pour accélérer la décarbonation industrielle et l'économie circulaire.

Secteur des pâtes et papiers

Une plateforme de simulation a été développée pour évaluer plusieurs configurations potentielles d'usines de pâte kraft carbonégatives.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Dix nouveaux procédés et technologies ont été ajoutés à une usine type, ce qui a donné lieu à plusieurs **feuilles de route de décarbonation** visant à éliminer l'utilisation de combustibles fossiles.

Une étude de cas réalisée dans une usine de papier tissu a mis en évidence la contribution des mesures d'efficacité énergétique, de la bioénergie, de l'électrification et de l'hydrogène dans le processus de décarbonation de ce site et de l'ensemble de la production de papier tissu au Canada.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Cette étude a révélé que la meilleure façon de décarboner les dix usines de papier tissu du Canada consiste à **combinaison des pompes à chaleur à haute température et l'électrification directe**.

Secteur de la sidérurgie

La viabilité techno-économique de plusieurs stratégies pour parvenir à la **carbonneutralité dans la fabrication de l'acier** a été déterminée à partir d'une base de référence d'usines de production de fer à réduction directe et de boulettes de fer en visant 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 de ses activités.

Une étude de cas a été réalisée sur une installation de production d'acier, mettant en évidence la contribution de l'efficacité énergétique, de la bioénergie, de l'électrification, de l'hydrogène et du CUSC à la **décarbonation de ce site et de l'ensemble de l'industrie sidérurgique au Canada**.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Cette étude a révélé que la **décarbonation des installations de production d'acier est complexe** et nécessite une combinaison de changements de procédés, de procédés de récupération d'énergie avancés, d'une utilisation accrue des déchets d'acier, d'une électrification des procédés, de l'utilisation du biocarbone et du gaz de synthèse/ hydrogène, ainsi que du captage et de la séquestration du carbone.

Outils et méthodologies d'aide à la décision

Piloter le changement de la bioéconomie

Comme l'évaluation de la transformation de la bioéconomie se fait en tenant compte d'une série de critères propres aux valeurs de l'entreprise, il n'est pas possible d'éliminer complètement les risques d'une stratégie de bioéconomie. Le **recours à des outils d'aide à la décision appropriés peut toutefois contribuer à atténuer ces risques**. Le logiciel d'aide à la décision I-BIOREF a été actualisé afin d'élargir la base de données sur les matières premières et d'inclure des paramètres de décision relatifs à la durabilité et à la circularité.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Grâce aux capacités améliorées du logiciel I-BIOREF, cinq présentations ont été réalisées en utilisant l'analyse comparative multidimensionnelle des voies technologiques pour produire des carburants liquides renouvelables. Ces événements ont rassemblé plus de 200 participants issus du monde universitaire, du secteur public et de l'industrie, tant à l'échelle nationale qu'internationale. **I-BIOREF s'est imposé comme un outil d'aide à la décision essentiel** pour la conception et l'évaluation de projets de bioraffinerie ou de bioéconomie dans le cadre du développement de grappes industrielles axées sur la biomasse.

Optimisation des ressources renouvelables limitées – modélisation à l'échelle du système

La disponibilité limitée des ressources renouvelables oblige à prioriser leur utilisation là où elles offrent le plus d'avantages et où il n'y a pas de meilleures solutions. Des **techniques de modélisation à l'échelle du système et des outils de prise de décision multicritères** sont nécessaires pour développer des voies, des politiques et des programmes de décarbonation solides.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Des modèles technologiques améliorés pour les plateformes de modélisation E3 à grande échelle ont été créés pour **permettre une meilleure optimisation de la disponibilité limitée de la biomasse**. Ces modèles ont également été adaptés et développés pour évaluer le potentiel d'électrification, ainsi que l'utilisation la plus prometteuse de l'hydrogène dans l'industrie.

Solutions logicielles développées par notre équipe



EXPLORE

Logiciel d'analyses multivariées de données pour l'optimisation des procédés



I-BIOREF

Logiciel pour évaluer la viabilité techno-économique et l'empreinte écologique des stratégies de bioraffinage



INTÉGRATION

Logiciel pour optimiser la récupération de chaleur dans les procédés industriels



COGEN

Logiciel de modélisation pour maximiser les revenus des systèmes de cogénération



KraftSIM

Plateforme de simulation CADSIM pour l'évaluation de nouvelles technologies dans les procédés kraft

Téléchargement gratuit en ligne





Intégration des énergies renouvelables (IER)

Nos activités de R-D visent à faciliter l'intégration d'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.

Ressources et dispositifs associés aux énergies renouvelables et aux réseaux électriques intelligents

Notre équipe évalue la performance des ressources énergétiques décentralisées (RED) et les normes connexes dans le but de résoudre les enjeux liés à l'impact sur les réseaux électriques des énergies renouvelables variables et de la demande croissante en électricité. Ces travaux permettent d'évaluer et de modéliser la performance de modèles existants et novateurs de technologies solaires photovoltaïques (PV) et des équipements de conversion de puissance (onduleurs). Nos efforts se penchent également sur les lignes directrices en matière de conception et sur les lacunes liées à la performance et à la sécurité.

Normes relatives aux technologies PV/PVIB et aux onduleurs

Ce projet met l'accent sur l'adoption et le maintien de normes relatives aux technologies PV, aux technologies PV intégrées aux bâtiments (PVIB) et aux onduleurs grâce à la participation à divers comités de normes dont ceux du groupe CSA. Notre engagement contribue à la coordination de **l'établissement de normes, de guides et de codes** pour les produits et les systèmes de RED au Canada.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Cette année, CanmetÉNERGIE a présidé un groupe de travail qui se penche sur l'adoption de la première norme canadienne sur les systèmes et les modules PV intégrés aux bâtiments (CSA C22.2 No. 63092). Nous avons aussi dirigé les travaux relatifs à l'adoption de la nouvelle version de la norme CAN/CSA-IEC 61215, portant sur la conception des modules PV. Cette norme vise à garantir que les modules PV peuvent **résister aux conditions météorologiques du Canada**. Elle a aussi pour but de **préserver la qualité des modules PV** vendus au pays. La norme fera bientôt l'objet d'un examen public et elle sera ensuite publiée.

Évaluation du potentiel technique du parc immobilier canadien à accueillir du PV

Dans le cadre d'un projet portant sur l'évaluation du potentiel technique du parc immobilier canadien à accueillir du PV, notre équipe a élaboré **une nouvelle méthode statistique en s'appuyant sur des analyses détaillées** de 11 municipalités canadiennes, pour lesquelles des données LiDAR et d'empreinte de bâtiment de haute qualité sont disponibles. La méthode a été appliquée au parc de bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels du Canada, et peut notamment être utilisée dans le cadre d'études sur les trajectoires vers la carboneutralité.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

En janvier 2024, CanmetÉNERGIE a **publié un rapport intitulé « Évaluation du potentiel photovoltaïque du parc immobilier du Canada »**, indiquant qu'il existe un potentiel de 300 GW pour les systèmes PV sur les toits. Ce potentiel représente environ le double de la capacité totale de production d'électricité du Canada. Pour l'ensemble du pays, l'analyse montre que les systèmes PV sur les toits pourraient produire 247 TWh par an, soit 76 % des besoins en électricité actuels des bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels. Le potentiel technique des systèmes PV sur les bâtiments canadiens est considérable, et les systèmes PV sur les toits pourraient donc **jouer un rôle important dans la transition énergétique du Canada**. Afin de déterminer dans quelle mesure ce potentiel pourrait se réaliser, nos prochains travaux prendront en compte les critères financiers et l'adoption par le marché, ainsi que la capacité des réseaux électriques à accueillir cette production variable.

Amélioration de l'interface et de l'interopérabilité technologie-réseau pour soutenir la modernisation du réseau

Ce projet vise à combler les lacunes en matière d'intégration et de connexion qui existent entre les technologies en périphérie du réseau (p. ex. les charges flexibles) et le réseau en soi. Il met l'accent sur trois principaux domaines de R-D : la facilitation de la connexion entre les onduleurs et le réseau, l'élaboration de méthodes de contrôle et d'agrégation des RED, et le recensement ainsi que l'avancement de normes connexes pour l'intégration au réseau.

Normes pour les réseaux intelligents

Ce projet a pour but d'examiner les normes pour les réseaux intelligents et de combler les lacunes qui sont liées à l'interface onduleur-réseau et à l'interopérabilité de l'équipement. Il vise à **fournir un portrait clair des besoins qui justifie l'élaboration de normes clés** et à déployer des efforts en ce sens. Ces efforts sont conformes aux exigences canadiennes sur les normes pour les réseaux intelligents qui seront appliquées jusqu'en 2035 et au-delà.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Une méthode a été développée pour classer la pertinence de contribuer à différentes normes en lien avec les réseaux intelligents. Cette méthode permet de déterminer le niveau d'effort qui devrait être consacré à l'élaboration ou à la révision des différentes normes. Une vision est en cours d'élaboration en ce qui a trait aux mises à jour et aux progrès requis en matière de codes, de normes et de règlements liés aux réseaux intelligents. Le développement de cette vision devrait permettre **d'établir une feuille de route exprimant les besoins de normalisation liés aux réseaux intelligents.**

Interface onduleur-réseau et stabilité du réseau

Ce projet vise à **faciliter la mise en place d'interfaces onduleur-réseau afin d'améliorer la stabilité du réseau.** Il répond à la nécessité de faire évoluer les capacités futures des onduleurs en matière de soutien au réseau, y compris l'évolution des onduleurs assujettis au réseau, ainsi que les spécifications techniques des onduleurs bâtisseurs de réseau. Ce projet est effectué en collaboration avec le Groupe de travail n° 5 de l'International Smart Grid Action Network (ISGAN) de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), qui mène des activités de recherche sur les onduleurs bâtisseurs de réseau ainsi que des essais sur les codes de réseau au moyen d'OpenSVP, une plateforme d'essai à code source ouvert.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Au cours de la dernière année, CanmetÉNERGIE a **fourni du soutien à des laboratoires de recherche** de l'Irlande, de la Suisse et de l'Allemagne qui implantaient la plateforme OpenSVP dans leurs installations d'essai. OpenSVP permet la mise à l'essai des RED conformément aux codes de réseau nationaux. De plus, **plusieurs améliorations ont été apportées à l'installation d'essai d'onduleurs** de notre centre, y compris l'ajout d'un simulateur de batteries qui permettra la mise à l'essai d'unités de stockage à base d'onduleurs avec des véhicules électriques (VE) et des onduleurs bâtisseurs de réseau.

Ressources d'énergie renouvelable variable (ERV) et **quartiers, collectivités et villes électrifiés participant activement au réseau**

Ce projet est axé sur les stratégies qui permettent d'exploiter des réseaux de distribution comportant une proportion élevée d'ERV. Il repose sur ces principaux domaines de R-D : la quantité d'ERV qu'un réseau de distribution peut recevoir (c.-à-d. la capacité d'accueil); la gestion, le contrôle et la protection du réseau de distribution et des microréseaux; les trajectoires vers des collectivités éloignées carboneutres et vers la modernisation du réseau de distribution.

Capacité d'accueil des systèmes de distribution

Ce projet met l'accent sur la capacité d'accueil, soit la quantité additionnelle de RED et de charges qu'un système de distribution est en mesure de recevoir sans qu'il soit nécessaire de mettre l'infrastructure à niveau. Le projet porte sur les méthodes d'évaluation et leur normalisation, ainsi que sur les approches à court terme pour **accroître la capacité d'accueil grâce à la gestion des ressources et des charges.**

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Notre équipe participe à un groupe de travail qui **élabore un guide pour le calcul de la capacité d'accueil et les paramètres d'évaluation** dans le contexte de la norme P1729 de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) sur la pratique recommandée pour l'analyse des systèmes de distribution d'énergie électrique. Ce guide permettra aux services publics de réaliser plus facilement la mise en place d'outils d'évaluation de la capacité d'accueil.

Réseau interactif de Varennes (RIVAR)

Le projet de Réseau interactif de Varennes (RIVAR) vise à développer et à démontrer le fonctionnement d'un réseau de distribution comportant une proportion élevée d'ERV et de RED flexibles.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

De nombreuses activités de R-D ont progressé au cours de l'année, notamment l'élaboration de quatre études de cas portant sur différentes charges flexibles, y compris un ensemble de chauffe-eaux électriques, la chaudière électrique de CEV, un complexe industriel et un parc de VE. Les résultats permettront **d'étendre les connaissances sur la valeur ajoutée de la flexibilité de la charge dans la planification et l'opération du réseau électrique** afin de compenser les fluctuations dues à la variabilité de la production PV.



Visibilité dans les médias

Le rapport « Évaluation du potentiel photovoltaïque du parc immobilier du Canada » publié sur le [site Web](#) de RNCan a reçu une attention considérable de la part des médias.

De plus, Radio-Canada a utilisé les résultats du rapport pour illustrer le potentiel de l'énergie PV, ce qui nous a permis de faire connaître les activités scientifiques de RNCan au public et de parler du rôle de l'énergie solaire au Canada.



Conférences et événements

- › Participation et contribution à deux conférences présentées par le Carrefour de modélisation énergétique (CME) en prenant part à des panels sur l'intégration des RED dans la modélisation des réseaux de production-transport d'électricité. Le CME facilite la collaboration des modélisateurs canadiens et accélère les connaissances liées à l'analyse et la modélisation des scénarios énergétiques carboneutres.
- › Participation à la 51^e conférence des spécialistes du photovoltaïque de l'IEEE, qui s'est déroulée à San Juan (Porto Rico). Deux articles ont été présentés dans le cadre de cette conférence.
- › Participation à la conférence hivernale de l'ASHRAE à Chicago; en plus de participer à des comités techniques, notre centre a également contribué au programme principal en effectuant une présentation sur l'exploitation du potentiel des RED dans la transformation des réseaux à l'occasion d'un séminaire sur les stratégies pour des bâtiments carboneutres.

Réseaux électriques et systèmes d'énergie sobres en carbone à l'échelle régionale et nationale

Ce projet vise à favoriser l'**établissement de systèmes carboneutres** à l'échelle provinciale, territoriale et nationale. Il repose principalement sur trois grandes composantes : la stabilité du réseau de production-transport d'électricité malgré l'intégration d'un grand nombre de RED et de ressources à base d'onduleurs; la planification et l'exploitation au service de l'électrification et de l'intégration de RED dans un nouveau paradigme de réseau; et les trajectoires canadiennes pour la modernisation du réseau.

Ces travaux ont pour but d'élaborer des méthodes et des modèles qui amélioreront la stabilité à l'échelle régionale, des stratégies qui contribueront à renforcer la planification et l'exploitation des systèmes de manière à favoriser l'électrification et la flexibilité tout en envisageant de nouveaux rôles de coopération pour les exploitants de réseaux de transport et de réseaux de distribution, ainsi que des trajectoires et des scénarios axés sur la modernisation du réseau.

Modélisation pour la planification des réseaux électriques et la production

Ce projet est axé sur la création de modèles d'établissement des coûts pour la planification des réseaux électriques et la production. En établissant un cadre et un flux opérationnel pour la modélisation, CanmetÉNERGIE sera en mesure de **définir les scénarios d'investissement les plus avantageux en matière de capacités de production et de transport** pour l'avenir du réseau électrique canadien.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les capacités internes de modélisation des trajectoires pour les réseaux de production-transport d'électricité sont renforcées grâce à l'élaboration d'un cadre et d'un flux opérationnel reposant sur l'outil à code source ouvert Python for Power System Analysis (PyPSA). Ces capacités de modélisation servent à **fournir des avis scientifiques et à évaluer la faisabilité de différents scénarios** pour l'avenir des réseaux électriques.

Systemes intelligents d'électrification et d'énergies renouvelables (SIEER)

Ce projet vise à déterminer dans quelle mesure différentes technologies peuvent fournir des services au réseau et à mesurer leur incidence sur l'infrastructure du réseau. En évaluant la performance et le potentiel de flexibilité des technologies et en comblant le manque de connaissances relatives à l'efficacité de leur intégration dans les réseaux, les SIEER fournissent aux responsables des politiques des informations pertinentes sur les **trajectoires de modernisation du réseau** qui contribuent efficacement à **l'atteinte des cibles de carboneutralité**.

Acquisition d'information et de données

L'acquisition d'information et de données vise à dresser un portrait de la R-D existante en s'appuyant sur des revues de la littérature, à **recueillir des données liées au contexte et à la performance de différents systèmes énergétiques au Canada** et à gérer ces données avec un souci de confidentialité et de sécurité.

✓ PRINCIPAUX RÉSULTATS

En mettant l'accent sur la revue de la littérature, le projet a permis d'examiner les besoins en matière de recherche sur les technologies PV qui soutiennent le réseau et d'évaluer le potentiel des ressources PV et éoliennes renouvelables dans les trajectoires vers la carboneutralité. Le soutien que ces ressources peuvent apporter au réseau est évalué selon différentes caractéristiques, comme l'exploitation, la stabilité et la protection du réseau. Un **système de priorisation sur les futures initiatives de recherche** a été élaboré et permettra à l'équipe d'établir le niveau d'effort en fonction de l'urgence et de leur importance pour le respect des objectifs de carboneutralité.



Commentaire d'un responsable des politiques à notre sujet :

« Nous sommes très heureux d'avoir accès aux experts techniques des réseaux d'électricité et des énergies renouvelables qui œuvrent au sein de RNCAN. Cela nous permet d'obtenir des avis scientifiques sur les systèmes des réseaux d'électricité lorsque nous avons des questions à propos des trajectoires de décarbonation du réseau. »



RETScreen[®]
Expert

RETScreen

Notre 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 clients du secteur public à déployer la plateforme logicielle à leurs installations et pour 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 850 000 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 2023-2024 comprennent, sans s'y limiter :

Laboratoire d'innovation RETScreen

La **version 9.1** du [logiciel RETScreen](#) a été publiée. Cette mise à jour comprend les nouvelles fonctionnalités suivantes :

Modules d'analyse de comparaison et de faisabilité

- › 14 archétypes de réduction en profondeur des émissions utilisant l'intelligence artificielle (p. ex. pour les arénas, etc.);
- › 2 archétypes pour les usines de fabrication de pièces d'automobiles;
- › Modèle de système de chauffage à combustibles multiples;
- › Modèles de stockage de l'énergie, y compris le stockage de chaleur, de froid et d'électricité;
- › Base de données d'équipement avec options pour les lier à des fichiers et à des liens Internet;
- › Calculatrice de tarif d'électricité selon la tarification mensuelle et horaire;
- › Fonctionnalités pour tenir compte du coût implicite du carbone et des crédits compensatoires;
- › Base de données de prix de l'électricité et des combustibles dans le monde;
- › Mise à jour de la base de données comparatives (p. ex. centres de données);
- › Bases de données de coûts, de facteurs d'émissions de GES et de produits.

Module d'analyse de la performance

- › Filtre « Horaire » pour les données, le mesurage et la vérification (M et V), etc.;
- › Fonctionnalité permettant de coller des données climatiques dans la feuille de calcul;
- › Connecteurs de données directs pour *Managing Energy* et *Measurabi*;
- › Base de données de compteurs définie par l'utilisateur pour soutenir la mise en œuvre de la norme ISO 50001 ainsi que les activités de sous-mesurage et de surveillance en temps réel.

Module d'analyse de portefeuille et tous les modules

- › Analyseur d'énergie virtuel à l'échelle du portefeuille;
- › *Outil de planification net zéro* et *Cadre de décarbonation du portefeuille* pour l'ensemble du portefeuille;
- › Graphique en cascade défini par l'utilisateur;
- › « Durabilité – Exemple » et « Plan net zéro – Exemple » ajoutés à « Mon portefeuille »;
- › Traduction du manuel de l'utilisateur en espagnol (en plus des versions anglaise et française).



Des membres de l'équipe RETScreen se sont vu décerner cette année

**UN PRIX
D'EXCELLENCE
DE RNCAN**

(catégorie « En coulisses »)

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 les **rapports sur les émissions de GES des installations fédérales et des opérations du parc de véhicules conventionnel** (émissions de portée 1 et 2) et des déplacements aériens (portée 3). Ces rapports comprennent désormais également le suivi de la consommation d'eau et de la production de déchets à titre expérimental.

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 **8 000 installations militaires**. Un produit livrable notable de la dernière année a été l'achèvement d'une analyse de faisabilité complète pour l'ensemble du portefeuille du MDN : **Plan national pour un portefeuille carboneutre 2050 : ministère de la Défense nationale (MDN) du Canada**.

Soutien à d'autres clients, en recouvrement des coûts, pour mettre en œuvre et maintenir leur portefeuille RETScreen :

- › Affaires mondiales Canada (AMC) – plus de **300 installations** de missions étrangères
- › Ressources naturelles Canada (RNCAN) – **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 du secteur public, 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 d'événements de formation virtuels sur la **Planification net zéro avec RETScreen Expert** en français, en anglais et en espagnol en collaboration avec l'Institut canadien de formation en énergie (CIET), avec plus de 1 500 participants provenant de l'ensemble du Canada et de plusieurs autres pays.

Activités coordonnées avec le réseau de formateurs RETScreen, y compris l'organisation de plusieurs webinaires de formation en ligne et ateliers en personne axés sur les différents segments d'utilisateurs du logiciel RETScreen (p. ex. municipalités, soins de santé, production d'électricité propre, écoles primaires et secondaires, etc.).

Soutien offert au programme Bâtiments communautaires verts et inclusifs (BCVI) d'Infrastructure Canada d'une valeur de 1,5 milliard de dollars pour **valider les nombreuses demandes de financement** présentées au programme BCVI à l'aide du logiciel RETScreen.

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 plus de 850 000 personnes qui utilisent RETScreen, au Canada et dans le monde.

Soutien technique approfondi offert aux clients abonnés et communication régulière avec d'importants clients potentiels afin de **renforcer de façon continue les compétences des utilisateurs clés**.

Activités de sensibilisation ciblées, notamment des **bulletins réguliers envoyés par courriel** à plus de 150 000 abonnés, et la réalisation de **plusieurs nouvelles vidéos de formation**.

+ 1 500

PARTICIPANT.E.S AUX ATELIERS
DE FORMATION VIRTUELS

+ 150 000

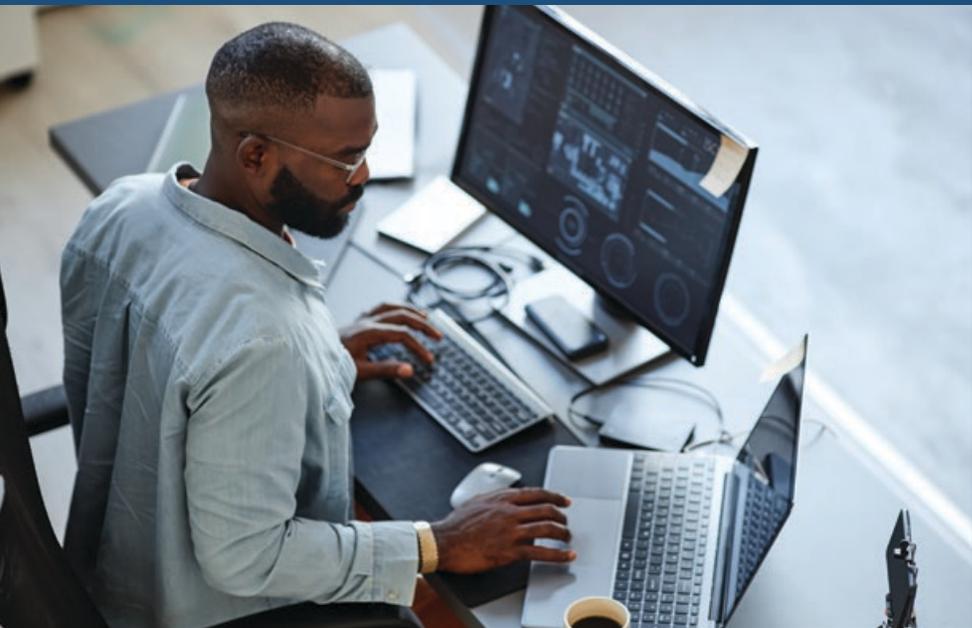
PERSONNES ABONNÉES AUX
BULLETINS COURRIEL

+ 40 000

TÉLÉCHARGEMENTS DU LOGICIEL
CHAQUE ANNÉE

+ 850 000

UTILISATEUR.TRICES DU LOGICIEL
AU CANADA ET À TRAVERS LE MONDE



Nos équipes de soutien offrent une **vaste gamme d'expertises** et apportent un **appui précieux** aux groupes chargés de la mise en œuvre des programmes de R-D

Opérations

Notre équipe Opérations appuie la prestation des programmes interdépendants et nationaux de CEV et de ses partenaires en science et technologie. Cette équipe comprend les trois sous-groupes suivants :

Ingénierie et services techniques | **Gestion des infrastructures** | **Bureau des affaires**



Domaines d'expertise

- › Conception et construction de bancs d'essais et de prototypes pour la science appliquée;
- › Conception, construction et livraison de projets externes avec des partenaires;
- › Entretien des bancs d'essai et des installations scientifiques de R-D dans les usines pilotes;
- › Calibration des instruments de mesures scientifiques;
- › Support technique aux chercheurs.euses et aux ingénier.e.s;
- › Maintenance, entretien et amélioration du bâtiment;
- › Sécurité physique des lieux;
- › Informatique et gestion de l'information;
- › Expédition et réception de marchandise;
- › Ressources humaines;
- › Contrats et finances;
- › Gestions des risques et urgences.



Réussites

- › Gestion du projet d'installation électrique du microréseau;
- › Travaux d'amélioration dans les usines pilotes pour accueillir de futurs projets;
- › Réaménagement de locaux pour accueillir les nouveaux ateliers mécanique et électrique;
- › Démantèlement d'anciens projets et de bancs d'essai;
- › Livraison de nouveaux bancs d'essai en géothermie et de pompes à chaleur au CO₂;
- › Livraison d'un projet d'énergie hybride pour l'Arctique avec nos partenaires interministériels et externes;
- › Mission pour supporter techniquement nos projets scientifiques et nos prototypes sur les sites finaux partout au Canada;
- › Nouvelle normalisation de nos systèmes d'automates et d'interface homme-machine pour recueillir les données scientifiques dans nos bases de données;
- › Amélioration et modification des espaces de travail pour un mode de travail hybride avec un accent placé sur l'ergonomie et les besoins pratiques des employé.e.s;
- › Réparation ou remplacement de plusieurs équipements critiques du bâtiment tels que les humidificateurs, les pompes à puisard, les pompes de chauffage, les systèmes de ventilation, etc.;
- › Rapport de condition de l'immeuble initié par Real Property;
- › Migration complète des dossiers de l'équipe sur MS365 et utilisation accrue de Planner et Project pour la gestion de projets;
- › Assistance aux équipes scientifiques pour la migration de données vers MS365;
- › Migration de multiples serveurs vers une version plus récente de Windows Server;
- › Développement d'un outil pour l'archivage de documents de valeur;
- › Vérification et conformité des systèmes de protection et des équipements du bâtiment.

Unité d'impact scientifique

Située au sein du bureau du directeur général, notre Unité d'impact scientifique (UIS) est composée d'expert.e.s des sciences, des politiques et de l'ingénierie qui apportent un soutien scientifique et organisationnel à nos groupes de recherche afin de les aider dans leur planification stratégique et de maximiser l'incidence des résultats de la recherche.

L'UIS remplit ce rôle en effectuant une prospective stratégique et en élaborant des propositions de valeur pour nos activités scientifiques et technologiques. Elle fournit également des conseils, une coordination et une supervision administrative pour les accords de RNCan élaborés par nos chercheurs.euses.



Réussites

- › Élaboration d'un plan scientifique 2023-2028+ pour le centre, fondé sur les propositions de valeur des investissements en R-D :
 - Opérations industrielles carboneutres et optimisées
 - Réseaux électriques souples, fiables, résilients et propres
 - Bâtiments écoénergétiques, dynamiques et intelligents
 - Infrastructures renforcées pour les communautés nordiques et éloignées
 - Prise de décision éclairée et fondée sur des données probantes pour le soutien des politiques
- › Communication régulière avec le Bureau du scientifique principal pour les activités de planification scientifique du ministère, et avec le personnel de programmation du Bureau de recherche et de développement énergétiques (BRDE) pour coordonner les soumissions de rapports;
- › Création d'un groupe de travail interne pour positionner nos activités de modélisation des systèmes énergétiques à grande échelle. Ce groupe a pour but de déterminer les technologies et les voies de décarbonation les plus appropriées pour aider le Canada à atteindre ses objectifs de réduction des émissions de GES et pour aider les décideurs à mettre en place des politiques énergétiques efficaces;
- › Aide aux chercheurs.euses pour structurer des accords contractuels de R-D et de génération de revenus avec les universités, le secteur privé, les institutions internationales et d'autres ministères du gouvernement;
- › Représentation de CEV dans divers groupes de travail ministériels, comme le :
 - Groupe de travail ministériel sur l'impact scientifique et le transfert technologique
 - Groupe d'intérêt international de RNCan pour la science, la technologie et l'innovation
 - Groupe de travail de planification de la réunion ministérielle sur l'énergie propre de RNCan
- › Présentation de la recherche sur les incidences sociales de la politique scientifique de R-D dans le domaine de l'énergie, fondée sur les stratégies de l'analyse comparative entre les sexes plus (ACS Plus) du plan d'action en matière d'équité, de diversité, d'inclusion et d'accessibilité et s'inscrivant dans le mandat du centre visant à promouvoir la diversité et l'équité et à favoriser un effectif inclusif;
- › Direction de la communauté de pratique sur la prospective de RNCan afin d'élaborer une stratégie sur l'avenir de la communauté de pratique et sur la manière d'accroître sa visibilité au sein du ministère;
- › Présentation de CEV au sein du groupe sur la prospective de la Division de la politique et de la sensibilisation à la cybersécurité et à la sécurité énergétique (une ramification de la communauté de pratique).

Rayonnement scientifique

Notre équipe de Rayonnement scientifique a pour rôle d'offrir des services-conseils en matière de communication stratégique et de mettre en place des actions permettant de faire rayonner les activités scientifiques de CEV. Elle aide nos groupes scientifiques à maximiser l'impact de leurs travaux de R-D et les accompagne dans le transfert des connaissances et des technologies.



Domaines d'expertise

- › Conseils en communication stratégique pour les différents groupes du centre;
- › Élaboration de produits de communication;
- › Gestion des réseaux sociaux;
- › Vulgarisation scientifique;
- › Mise en place d'actions de relations avec les médias;
- › Traduction et révision;
- › Graphisme, photographie et vidéographie;
- › Mise en page de documents;
- › Coordination de visites et d'événements corporatifs.



Réussites

- › Production et déploiement du Plan de rayonnement scientifique 2023-2028;
- › Participation à la réalisation et à la promotion du rapport annuel de CEV;
- › Création d'une trousse de communication pour la participation de notre centre aux journées carrières dans les universités;
- › Révision et traduction d'objectifs de travail normalisés pour certains postes au centre;
- › Réalisation d'affiches scientifiques pour la présentation de bancs d'essai;
- › Conception de la brochure annuelle des activités du groupe Optimisation des procédés industriels;
- › Production d'études de cas et de fiches informatives dans le cadre d'un projet de l'équipe Écologisation des opérations gouvernementales;
- › Assurance de la qualité linguistique de plusieurs documents et publications;
- › Création d'une stratégie de communication pour une visibilité accrue sur les réseaux sociaux;
- › Réalisation de pitches média au cours de l'année avec plusieurs retombées dont des entrevues données à la radio et à la télévision par nos scientifiques.

Aperçu de nos collaborateurs

Gouvernements fédéraux et provinciaux | Sociétés d'État



Infrastructure
Canada



Défense nationale | National
Defence



Affaires mondiales | Global Affairs
Canada | Canada



Service canadien
des forêts | Canadian Forest
Service



Agence spatiale
canadienne | Canadian Space
Agency



Secrétariat du Conseil du Trésor
du Canada | Treasury Board of Canada
Secretariat

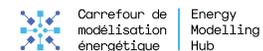
Universités



Entreprises privées



Agences | Associations | Organisations



Énergie propre | Recherche | Innovation | Leadership

La science au service de tous.tes les Canadien.ne.s

