Évaluation du Centre de recherche en construction : Initiatives de résilience climatique et unité de sécurité incendie

28 mai 2026

Non sensible

Conseil national de recherches Canada
National Research Council Canada
Canada

Déclaration de droit d’auteur

On trouvera la version anglaise de ce rapport et une version HTML accessible sur la page des évaluations du Conseil national de recherches du Canada (CNRC).

Les outils d’IA générative n’ont été utilisés que pour corriger et mettre en page le rapport, dont le contenu a été entièrement vérifié et validé par le personnel du CNRC.

Le président du Conseil national de recherches du Canada a approuvé ce rapport le 28 mai 2026.

© Sa Majesté le Roi du Chef du Canada, représenté par le Conseil national de recherches du Canada, 2026.

N° de catalogue : NR16-502/2026F-PDF
ISBN 978-0-662-38378-9

Table des matières

Sigles et abréviations 4
Introduction 5
Profil 7
1 Pertinence 15
2 Capacité organisationnelle 26
3 Efficacité 36
Recommandations et réponse et plan d'action de la direction 66
Annexes 71

Sigles et abréviations

ANABPN	Association nationale des agents du bâtiment des Premières Nations
BLT	Bois lamellé-croisé
BVE	Bureau de la vérification et de l’évaluation
CBOME	Construction en bois massif encapsulé
CNRC	Conseil national de recherches du Canada
CRSNG	Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada
ETP	Équivalent temps plein
FIPD	Facteur d’impact pondéré par discipline
IA	Intelligence artificielle
LICC	Logement, Infrastructures et Collectivités Canada
PE	Protocole d’entente
R-D	Recherche et développement
RNCan	Ressources naturelles Canada
SNA	Stratégie nationale d’adaptation

Introduction

L’évaluation du Centre de recherche en construction du Conseil national de recherches du Canada (CNRC) portait essentiellement sur les 2 éléments suivants :

1. **Initiatives de résilience climatique**
    - Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base, de 2016-2017 à 2020-2021
    - Initiative sur l’environnement bâti résilient aux changements climatiques, de 2021-2022 à 2024-2025
2. **Unité de sécurité incendie,** de 2019-2020 à 2024-2025

L’évaluation a eu lieu durant l’exercice 2025-2026 conformément au Plan d’évaluation ministériel du CNRC et à la Politique sur les résultats du Conseil du Trésor du Canada. Il s’agit de la 1re évaluation se rapportant aux initiatives de résilience climatique et à l’unité de sécurité incendie. L’évaluation antérieure du Centre de recherche en construction, réalisée au cours de l’exercice 2020-2021, portait sur le service Codes Canada du CNRC.

Ce rapport commence par brosser un tableau des 2 éléments évalués. Suivent les constatations sur leur pertinence, leur capacité organisationnelle et leur efficacité. Il se termine par des recommandations sur les améliorations envisageables.

Les icônes ci-dessous signalent des informations particulières dans le rapport.



Information utile pour mieux saisir les constatations



Citation illustrant ou étoffant les principales constatations

Approche

L'évaluation a été confiée au Bureau de la vérification et de l'évaluation du CNRC, qui a recouru à diverses méthodes incorporant les données quantitatives et qualitatives issues de diverses sources, notamment le dépouillement de la documentation et l'analyse de données, une enquête auprès des parties prenantes, des entrevues avec des membres du CNRC et des personnes de l'extérieur, ainsi qu'un examen de l'unité de sécurité incendie par des pairs.

Les questions qui suivent ont été abordées lors de l'évaluation.

1. **Pertinence.** Les rôles et les priorités des initiatives de résilience climatique et de l'unité de sécurité incendie sont-ils clairs et adéquats?
2. **Capacité organisationnelle.** Les initiatives de résilience climatique et l'unité de sécurité incendie disposent-elles des installations, des compétences et des capacités requises pour atteindre leurs objectifs?
3. **Efficacité.** Dans quelle mesure les initiatives de résilience climatique et l'unité de sécurité incendie ont-elles obtenu les résultats, les retombées et les impacts prévus, notamment aider les entreprises à innover?



L'annexe A décrit en détail la méthode d'évaluation et dresse la liste des membres du comité d'examen par des pairs. L'annexe B présente les limites et les stratégies d'atténuation.

Profil

Le Centre de recherche en construction du CNRC soutient le développement et le déploiement de nouvelles technologies en construction. Il procure aussi son expertise à d'autres secteurs, comme l'aérospatiale, les transports ainsi que les technologies de l'information et des communications. Ce centre de recherche compte 6 unités de recherche-développement (R-D) (voir la Figure 1).

Les **initiatives de résilience climatique** relèvent de l'unité des ressources en R-D d'Initiatives sur l'environnement bâti et les changements climatiques, qui regroupe le Centre canadien de matériaux de construction, le Devis directeur national de la construction au Canada et l'équipe de développement des affaires du Centre de recherche en construction.

Au départ, l'**unité de sécurité incendie** était une entité distincte au sein du Centre de recherche en construction. En septembre 2023, suite à la restructuration du Centre de recherche en construction, elle a été fusionnée à l'équipe responsable de la construction industrialisée et numérisée et à celle chargée d'optimiser les technologies des bâtiments pour former l'Unité des pratiques de construction de pointe et de sécurité incendie.

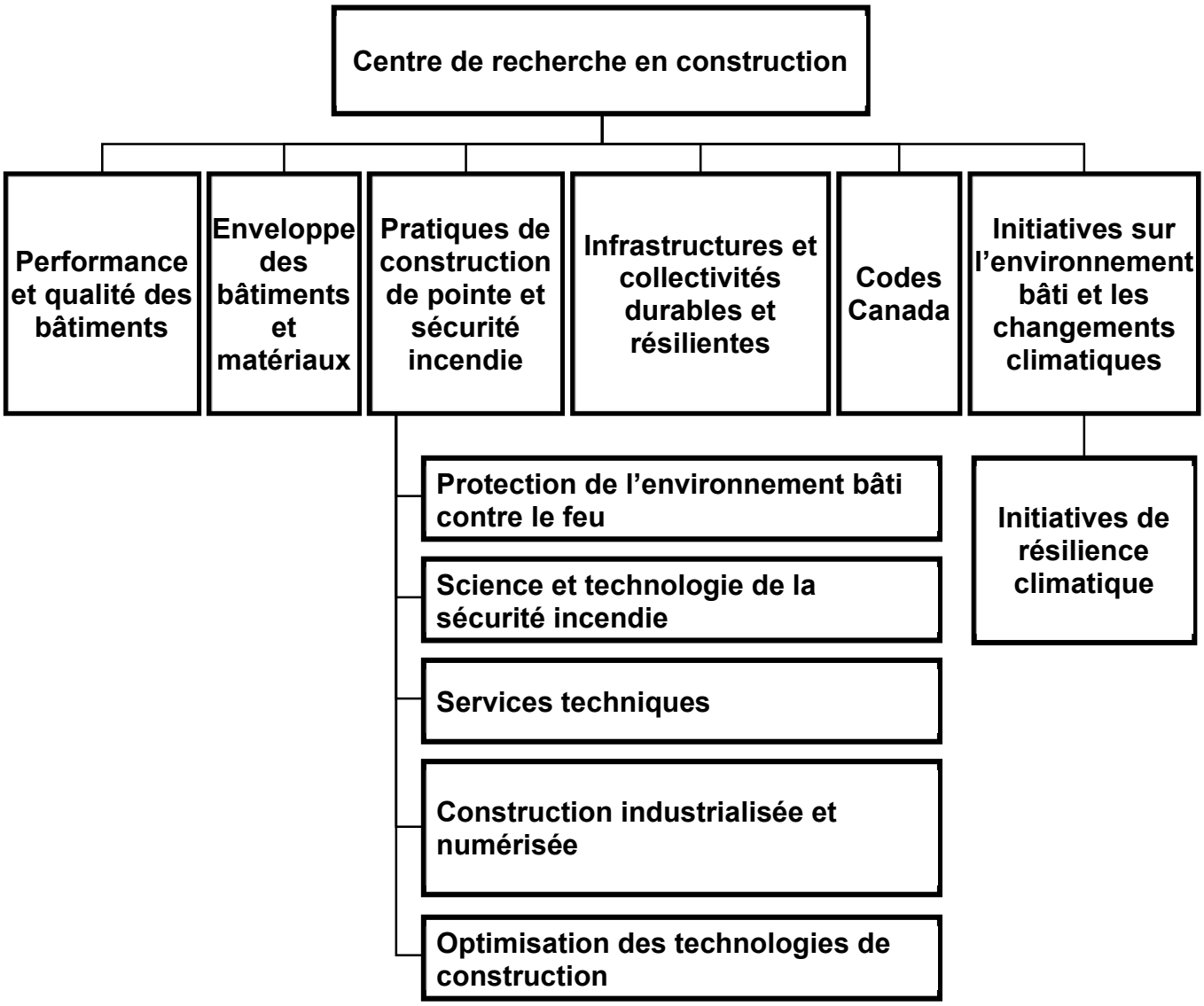


L'évaluation se concentre sur les 3 équipes que comprenait l'unité de sécurité incendie avant la restructuration et qui effectuent toujours des recherches et des essais en sécurité incendie, à savoir :

- Protection de l'environnement bâti contre le feu
- Science et technologie de la sécurité incendie
- Services techniques

Aux fins de simplicité, le rapport regroupe ces 3 équipes sous l'expression « **unité de sécurité incendie** ».

Figure 1. Organigramme du Centre de recherche en construction



Sources : Plan stratégique du Centre de recherche en construction pour 2024-2029 et Plan stratégique en sécurité incendie pour 2024-2029

La réglementation canadienne

Les initiatives de résilience climatique et l'unité de sécurité incendie appuient le cadre de réglementation du Canada, constitué de ce qui suit.

Règlements

Les règlements sont des règles adoptées spécifiquement pour faciliter l'application des lois que promulgue le Parlement du Canada. Ils ont force de loi. La gestion des règlements relève essentiellement des provinces et territoires, alors que le gouvernement fédéral joue un rôle indirect sur ce plan en élaborant les codes modèles nationaux dont s'inspire la réglementation provinciale et territoriale. Ensemble, les règlements établissent les normes minimales que doivent respecter les projets de construction, de rénovation et d'infrastructure en matière de sécurité, de santé, d'accessibilité et de performance environnementale. Pour en assurer le respect, on recourt à différents instruments comme les règlements de zonage, les exigences en matière d'agrément professionnel et la *Loi sur l'évaluation d'impact*.

Codes modèles nationaux

Ces codes fixent les exigences techniques minimales en matière de santé, de sécurité, d'accessibilité, de protection des bâtiments contre le feu et les dommages structuraux, et de protection de l'environnement. Une fois adoptés par le gouvernement d'une province ou d'un territoire, ils deviennent des règlements. Les codes actuels sont les suivants :

- Code national du bâtiment du Canada
- Code national de prévention des incendies du Canada
- Code national de la plomberie – Canada
- Code national de l'énergie pour les bâtiments – Canada
- Code national de construction des bâtiments agricoles – Canada

Le CNRC joue un rôle central dans l'élaboration de ces codes. Une personne représentant le CNRC siège en permanence au Comité canadien de l'harmonisation des codes de construction (CCHCC), et copréside celui-ci. Le CCHCC élabore les codes modèles nationaux. Les scientifiques du CNRC participent également aux comités et aux groupes de travail chargés de rédiger les codes, offrant leur expertise scientifique et technique pour appuyer les modifications proposées à ceux-ci. Avec Codes Canada, le CNRC assure les services de secrétariat du CCHCC, auquel il procure un soutien technique et administratif ainsi que de l'aide au niveau des politiques, notamment en publiant les codes.

Normes

Les normes consistent en instructions sur les pratiques exemplaires applicables aux produits, aux processus et aux services. Établies de manière consensuelle par des spécialistes, elles sont sanctionnées par un organisme officiel. Reprises dans les codes modèles nationaux, leur application peut être facultative ou obligatoire.

Le CNRC contribue à l'élaboration des normes par ses recherches scientifiques et grâce à la participation de ses spécialistes aux comités techniques.

Devis

Les devis énumèrent en détail les contraintes qui s'appliquent aux produits, aux matériaux, aux services et aux projets de construction. Leur adoption officielle ou leur incorporation par voie de référence à d'autres documents peuvent en faire des règlements.

Le CNRC élabore, préserve et publie le Devis directeur national de la construction au Canada, qui sert de devis modèle pour la conception et la construction des bâtiments et des infrastructures au pays.

Guides nationaux

Documents techniques d'application facultative, les guides nationaux offrent des recommandations qui reposent sur des données factuelles et facilitent la prise de décisions. Le CNRC les élabore et les publie en collaboration avec des spécialistes du Canada et de l'étranger.

Initiatives de résilience climatique

Ces initiatives comprennent l'**Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base** et l'**Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques** qui y a donné suite. Pilotées par le Centre de recherche en construction, elles aident le gouvernement du Canada à atteindre ses objectifs de résilience climatique par des conseils, des outils et des normes qui rendront les bâtiments et les infrastructures (ponts, routes, réseaux d'aqueducs et d'égouts, transports en commun) plus durables et les adapteront mieux aux changements climatiques.

Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base

Lancée en 2016 avec le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques du gouvernement du Canada, l'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base a reçu 42,5 millions $ en 5 ans d'Infrastructure Canada, rebaptisé Logement, Infrastructures et Collectivités Canada (LICC) en 2024, afin de rassembler les connaissances nécessaires pour que les mesures de résilience climatique soient intégrées aux bâtiments et aux infrastructures dès leur conception ainsi qu'aux guides, normes et codes pertinents (voir le **Error! Reference source not found.**).

Tableau 1. Financement de l'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base, de 2016-2017 à 2020-2021 (en millions de dollars)

Exercice financier	Financement*
2016-2017	4,0
2017-2018	11,5
2018-2019	9,5
2019-2020	9,0
2020-2021	8,6
Total	**42,6**

Infrastructure Canada a retenu le CNRC pour mener cette initiative pour les raisons suivantes : sa mission (énoncée dans la *Loi sur le Conseil national de recherches*), son rôle de secrétariat pour les Codes modèles nationaux, sa gestion du Devis directeur national de la construction du Canada, son exploitation du Centre canadien de matériaux de construction ainsi que son expertise en R-D dans les domaines du génie civil et de la construction.

Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques

Cette initiative quinquennale s'appuie sur les recherches et les outils issus de l'initiative précédente. Pourvue d'une enveloppe de 35 millions $ lui venant de LICC (voir le tableau 2), elle enrichit et mobilise notre savoir en résilience climatique et rehausse les compétences de l'industrie canadienne de la construction dans ce domaine.

Tableau 2. Financement de l'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques, de 2021-2022 à 2025-2026 (en millions de dollars)

Exercice financier	**Financement**Error! Bookmark not defined.
2021-2022	7,0
2022-2023	7,0
2023-2024	7,0
2024-2025	7,0
2025-2026	7,0
Total	**35,0**

En décembre 2023, l'initiative a obtenu 30,1 millions $ de plus sur 5 ans dans le cadre de la Stratégie nationale d'adaptation du Canada (SNA), ce qui en a porté le financement global à

* Possibilité de légers écarts, les chiffres ayant été arrondis au dixième de million de dollars le plus près.

65,1 millions $ (voir le tableau 3). Ces fonds supplémentaires devaient accélérer l'élaboration de codes et de solutions techniques s'appuyant sur les données climatiques pour les bâtiments et les infrastructures, de même qu'élargir la portée de l'initiative par l'inclusion de la rénovation résidentielle, la collecte de données additionnelles sur les inondations et la création d'outils pour gérer les biens.

Tableau 3. Financement de l'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques – Stratégie nationale d'adaptation, de 2023-2024 à 2027-2028 (en millions de dollars)

Exercice financier	FinancementError! Bookmark not defined.
2023-2024	6,4
2024-2025	6,4
2025-2026	6,3
2026-2027	5,5
2027-2028	5,5
Total	**30,1**

Sources : Données financières, protocole d'entente (2016, 2021 et 2023) et amendement du protocole d'entente (2018).

Remarque : Sur le montant total de 30,1 millions de dollars, 10,2 M $ ont été affectés au Centre de recherche en génie océanique, côtier et fluvial, 0,8 M$ au Centre de recherche sur l'automobile et les transports de surface et 1,3 M, 2$ au Centre de recherche en aérospatiale, tous du CNRC.

Unité de sécurité incendie

L'unité de sécurité incendie mène des recherches stratégiques et procure les services scientifiques et techniques qui appuient le cadre de réglementation canadien, aident l'industrie à prendre de l'expansion ainsi qu'à atténuer les risques liés à ses produits et technologies, et rendent l'environnement bâti plus résistant au feu, au Canada. L'Unité regroupe 3 équipes.

1. **Protection de l'environnement bâti contre le feu.** Cette équipe met au point les outils et les méthodes qui permettront de passer de codes prescriptifs à des codes fondés sur le rendement† insistant sur la réalisation d'objectifs bien précis en construction, comme la résistance au feu ou le rendement énergétique, au lieu de suivre à la lettre des méthodes

† Un code fondé sur le rendement fixe les exigences de rendement minimales que doivent respecter les bâtiments et leurs éléments, au lieu de prescrire des matériaux ou des méthodes de construction spécifiques. Il insiste davantage sur les résultats comme le rendement énergétique, la sécurité incendie et la stabilité structurale. Il encourage l'innovation, l'adaptabilité et les solutions sur mesure, plus économiques que celles d'un code prescriptif. Inspiré de *Construction Law Made Easy*. (2026). What is the performance-based Building Code? – en anglais seulement

établies. L'équipe fait progresser les matériaux et les solutions anti-feu sobres en carbone. Les fonds qu'elle reçoit des initiatives de résilience climatique du CNRC servent à évaluer les risques d'incendie dans l'espace périurbain ainsi que les répercussions des changements climatiques sur le comportement du feu.

2. **Science et technologie de la sécurité incendie.** Cette équipe atténue les risques que soulèvent les nouvelles technologies, comme les matériaux carboneutres, les systèmes énergétiques et les batteries au lithium-ion, en mettant au point des technologies de protection contre le feu, en évaluant les risques d'incendie et en élaborant des stratégies d'atténuation. Elle intègre aussi la modélisation des données en construction à la sécurité incendie et conçoit des outils numériques qui serviront à évaluer les risques d'incendie dans les bâtiments sobres en carbone et les risques que posent les systèmes de protection contre le feu.
3. **Services techniques.** Cette équipe procure des services techniques spéciaux, comme les essais de résistance au feu, le soudage et la fabrication, l'instrumentation, la programmation et l'étalonnage. Elle dispense aussi de l'aide en chimie, effectue des démonstrations sur la résistance au feu, prépare des données et rédige des rapports.

L'unité de sécurité incendie poursuit des recherches dans 3 axes principaux de R-D.

1. **Résilience et adaptation aux violents incendies (extérieurs et d'infrastructures).** Ces recherches ont pour buts de réduire le nombre de vies perdues et l'importance des dommages matériels ainsi que de mieux préparer les collectivités aux incendies dévastateurs qui surviennent dans la nature ou les infrastructures (feux de forêt, ponts, tunnels, matières dangereuses, feux dans les moyens de transport).
2. **Technologies anti-feu pour la durabilité et l'innovation.** Ces recherches font progresser les technologies durables et intègrent les solutions anti-feu aux matériaux et aux systèmes de construction novateurs en vue de rendre l'industrie canadienne de la construction plus compétitive.
3. **Application de technologies numériques et computationnelles à la sécurité incendie.** Ces recherches exploitent les outils numériques et les techniques computationnelles pour accroître l'efficacité, réduire les coûts et renforcer la protection contre le feu dans le secteur canadien de la construction.

Au cours des 6 dernières années, l'unité de sécurité incendie a dépensé en moyenne 4,6 millions $ par année (voir le Tableau 4). Elle a bénéficié d'un budget annuel moyen de 4,8 millions $ et généré en moyenne 0,5 millions $ de revenus par année. En 2023-2024, ses dépenses ont sensiblement augmenté quand elle a commencé à contribuer aux activités du Centre de recherche en construction dans le cadre du projet Plateforme pour la décarbonisation à grande échelle du secteur de la construction.

Tableau 4. Profil financier de l'unité de sécurité incendie par exercice (en millions de dollars)[‡]

Catégorie	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024	2024-2025
Budget	3,2	3,4	3,6	4,2	6,0	8,6
Revenus	0.5	0,2	0,6	0,5	0,4	0,5
Dépenses	3,3	3,3	3,5	3,8	5,4	8,4

Sources : Données financières et données sur les ressources humaines, de 2019-2020 à 2024-2025

[‡] Possibilité de légers écarts, les chiffres ayant été arrondis au dixième de million le plus près

1 Pertinence

Initiatives de résilience climatique

Les initiatives de résilience climatiques s'accordent avec les rôles du gouvernement fédéral et les stratégies nationales. Le CNRC coordonne et dirige, à l'échelle nationale, les recherches sur la résilience des bâtiments et des infrastructures aux changements climatiques. Au pays comme à l'étranger, il est reconnu comme un chef de file dans ce domaine.

Les projets de recherche des initiatives répondent efficacement aux besoins de recherche actuels et font progresser les priorités plus générales du Canada en matière d'adaptation au climat. Les spécialistes comme les parties prenantes estiment qu'à l'avenir, une des grandes priorités consistera à mobiliser le savoir.

1.1 Harmonisation avec les rôles du gouvernement fédéral

Les initiatives de résilience climatique concordent avec la mission de l'État, qui consiste à adapter les bâtiments et les infrastructures aux changements climatiques et elles complètent d'autres activités du gouvernement fédéral à cet égard. Le CNRC aide les ministères et les différents secteurs à orchestrer leurs efforts pour que la recherche sur les bâtiments et les infrastructures résistants aux changements climatiques progressent de façon ordonnée.

Rôles du gouvernement fédéral dans l'adaptation des bâtiments et des infrastructures aux changements climatiques

Au Canada, tous les ordres de gouvernement se partagent la responsabilité de mieux adapter les bâtiments et les infrastructures au climat. Le gouvernement fédéral assure un leadership national sur ce plan, tandis que les provinces et les territoires adoptent puis appliquent les codes du bâtiment. Enfin, les municipalités réglementent et gèrent les infrastructures et les bâtiments locaux.

Le rôle du gouvernement fédéral en matière d'adaptation des bâtiments et des infrastructures au climat se situe au niveau des éléments qui suivent.

1. **Stratégies nationales.** Établir des stratégies nationales sur le climat, comme le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques et la Stratégie nationale d'adaptation du Canada, afin de conférer une orientation nationale aux activités qui se rapportent aux changements climatiques.

2. **Codes modèles nationaux.** Contribuer à l'élaboration de codes et servir de secrétariat au Comité canadien de l'harmonisation des codes de construction (CCHCC).
3. **Recherches et données.** Financer et entreprendre des recherches sur le climat et publier les données pour étayer les lignes directrices techniques, les normes et les codes.
4. **Actifs fédéraux.** Concevoir, entretenir et administrer les infrastructures, installations et bâtiments fédéraux afin qu'ils résistent aux changements climatiques.

Les initiatives de résilience climatique du CNRC cadrent avec les rôles du gouvernement fédéral en faisant progresser les stratégies nationales, en facilitant l'élaboration des codes modèles nationaux, en réalisant des recherches et procurant des données de même qu'en dispensant des conseils sur les infrastructures et les bâtiments fédéraux résilients aux changements climatiques. Le personnel du CNRC et les représentants d'autres ministères ont mentionné que ces initiatives contribuent directement à la formulation des stratégies nationales et appuient la mission de l'État en matière de bâtiments et d'infrastructures, notamment le mandat de Logement, Infrastructures et Collectivités Canada.

Plusieurs ministères œuvrent à accroître la résilience des bâtiments et des infrastructures aux changements climatiques en offrant du financement, en menant des recherches ou en réalisant des activités de réglementation pour compléter les initiatives de résilience climatique du CNRC. En voici quelques exemples :

1. **Recherche et développement pour la défense Canada.** Ce ministère facilite l'adaptation des infrastructures et des bases militaires aux changements climatiques.
2. **Logement, Infrastructures et Collectivités Canada (LICC).** Ce ministère soutient la conception d'ouvrages résistants aux changements climatiques par le biais des initiatives de résilience climatique du CNRC et chapeaute le volet « infrastructures » de la Stratégie nationale d'adaptation du Canada.
3. **Services autochtones Canada.** Ce ministère finance et facilite la construction d'infrastructures résilientes aux changements climatiques dans les communautés des Premières Nations, des Inuits et des Métis.
4. **Ressources naturelles Canada (RNCan).** Ce ministère poursuit des recherches sur le climat, finance les projets d'adaptation dans le domaine des ressources naturelles (foresterie, mines et énergie) et procure des données ainsi que des analyses sur l'environnement.
5. **Conseil canadien des normes.** Le Conseil canadien des normes collabore au développement et à l'actualisation des normes en résilience climatique dans le cadre des initiatives correspondantes et dirige le Programme de normes pour des infrastructures résilientes.
6. **Transports Canada.** Ce ministère évalue les risques que le climat pose pour les transports et les infrastructures ferroviaires et finance des initiatives d'adaptation connexes.

Ensemble, ces activités illustrent l'ampleur des efforts que le gouvernement fédéral déploie pour faciliter l'adaptation au climat et montrent combien la coordination et le leadership facilitent l'orchestration de telles activités et en évitent la duplication. Le CNRC occupe une place centrale dans la coordination de la recherche, car ses initiatives de résilience climatique ont engendré des comités consultatifs dans chaque grand axe de recherche, notamment les données sur le climat, les risques d'inondation le long des côtes et les ponts. Ces comités se composent de personnes représentant le gouvernement, le milieu universitaire, les associations professionnelles et l'industrie, et leur rôle consiste à coordonner les efforts, à échanger le savoir, à cerner les lacunes et à prioriser les recherches.



« Sans le leadership du CNRC, les activités relatives au climat demeureraient fragmentaires au lieu de former un cadre national cohérent. »

—Partie prenante de l'extérieur

Étant donné son rôle dans la coordination, la documentation et la publication des codes modèles nationaux du Canada et son savoir-faire reconnu dans les sciences de la construction, le CNRC est bien placé pour entreprendre des initiatives de résilience climatique. Presque toutes les parties prenantes questionnées (98 %) et la quasi-totalité du personnel conviennent que le CNRC est l'organisme de choix pour effectuer un tel travail.

1.2 Orientation stratégique

Les initiatives de résilience climatique s'attaquent aux écarts de connaissances et aux besoins de recherche. Elles ont instauré un programme de recherche bien ciblé qui cadre avec les priorités en matière d'adaptation aux changements climatiques. Au Canada comme à l'étranger, le CNRC jouit d'une solide réputation de chef de file dans le domaine de la résilience des bâtiments et des infrastructures aux changements climatiques. Plusieurs spécialistes et parties prenantes estiment qu'à l'avenir, une des grandes priorités consistera à mobiliser les connaissances.

L'orientation donnée aux initiatives de résilience climatique repose sur 3 protocoles d'entente (PE) respectivement conclus avec LICC en 2016, en 2021 et en 2023, ainsi que d'une évaluation des écarts de connaissances et des besoins de recherche (PDF) réalisée au cours des 6 premiers mois de l'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base. Cette approche a débouché sur un programme de recherche qui insiste sur les données climatiques, l'adaptation aux inondations, et la résilience des bâtiments, des ponts, des routes, des transports en commun, des réseaux d'alimentation en eau potable et d'évacuation des eaux usées et des communautés éloignées, ainsi que l'analyse du cycle de vie environnemental. L'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques qui lui a fait suite a élargi sa portée pour aborder d'autres lacunes et besoins des parties prenantes, dont la résistance des barrages, les solutions s'inspirant de la

nature, la rénovation résidentielle et les outils de gestion des biens. En règle générale, les parties prenantes interrogées appuient cette orientation, et la majorité (63 %) estime que les recherches poursuivies dans le cadre de l'initiative se démarquent nettement des autres activités sur l'adaptation aux changements climatiques entreprises au pays.

Les spécialistes, les membres du personnel et les parties prenantes considèrent le CNRC comme un chef de file national et international dans le domaine des infrastructures et des bâtiments résilients aux changements climatiques. La recherche de pointe, l'influence que le CNRC exerce sur la réglementation, ses nombreuses collaborations, ses partenariats internationaux et une participation active aux consortiums internationaux ainsi qu'à l'élaboration de normes, estiment-ils, expliquent en grande partie un tel leadership qui se reflète aussi dans la participation du CNRC à une centaine de colloques au Canada et à l'étranger, notamment l'International Conference on Civil, Structural and Transportation Engineering de 2023 et l'assemblée générale de l'American Meteorological Society en 2025.

Les climatologistes et les parties prenantes pensent qu'à l'avenir, c'est la mobilisation des connaissances qui figurera au sommet des priorités dans les initiatives de résilience climatique. On devra transformer la masse de données scientifiques et techniques en conseils clairs et pratiques ainsi qu'en formations, s'il y a lieu. L'information produite devrait s'adresser à des groupes d'utilisateurs précis comme les associations professionnelles, les municipalités, les secteurs de l'industrie et la population générale. Les spécialistes et les parties prenantes préconisent également que l'on y intègre les preuves que les mesures d'adaptation aux changements climatiques ont des retombées économiques et financières, afin d'en favoriser l'adoption.

Enfin, les spécialistes ont cerné d'autres sujets sur lesquels le CNRC pourrait approfondir la recherche, par exemple :

- évaluer l'impact des changements climatiques sur la vulnérabilité des systèmes et leur interdépendance avec les infrastructures indispensables, comme les réseaux d'électricité, les technologies et les télécommunications;
- examiner les risques liés aux changements climatiques dont les effets s'accumulent ou se répercutent en cascade, comme les canicules à l'origine des feux de forêt, la sécheresse et les pannes de courant.

1.3 Sélection des projets et planification

Les initiatives de résilience climatique ont entraîné le lancement d'un grand nombre de projets sur divers sujets. Les projets choisis cadrent bien avec l'orientation stratégique donnée aux initiatives. Cependant, une participation plus hâtive des bénéficiaires ultimes pourrait en rehausser l'utilité pratique et contribuer à adoption plus générale des conseils qui en résultent.

Les travaux réalisés dans le cadre des initiatives de résilience climatique sont d'une ampleur et d'une portée non négligeables. En l'espace de 5 ans, l'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base a mené à bien 43 projets dans de nombreux domaines, tout en insistant fortement sur la création de normes, de devis et de codes. De son côté, l'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques devrait voir l'achèvement de 63 projets, auxquels il faut ajouter les 18 financés par la Stratégie nationale d'adaptation (SNA) du Canada. La 2e initiative se concentre davantage sur les solutions techniques, la rénovation résidentielle résiliente et les inondations (voir le Tableau 5). La répartition des projets révèle que les priorités ont changé, car on attache désormais plus d'importance à la recherche appliquée comme celle sur les inondations, les solutions s'inspirant de la nature et les rénovations résidentielles.

Tableau 5. Nombre de projets par initiative

Axe de recherche	Immeubles résilients aux changements climatiques et infrastructures publiques de base	Environnement bâti résilient aux changements climatiques	Environnement bâti résilient aux changements climatiques-SNA	Total	Pourcentage du total (%)
Normes, devis et codes	24	12	8	**44**	35
Outils	10	11	2	**23**	19
Solutions techniques	4	10	1	**15**	12
Rénovation résidentielle résiliente	0	5	6	**11**	9
Inondations	0	10	1	**11**	9
Solutions s'inspirant de la nature	2	8	0	**10**	8
Conseils	3	7	0	**10**	8
Total	**43**	**63**	**18**	**124**	**100**

Source : Données sur les projets de 2016-2017 à 2024-2025

Les projets ont été sélectionnés en fonction de leur concordance avec l'orientation stratégique de l'initiative, de l'expertise et des ressources disponibles, des possibilités de collaboration et des retombées envisagées. Les parties prenantes interrogées ont toutes confirmé que l'orientation des initiatives et les projets retenus s'accordaient avec les besoins de recherche

actuels et les priorités générales du Canada en matière d'adaptation aux changements climatiques.

Quelques membres du personnel et parties prenantes croient qu'une participation plus hâtive des bénéficiaires ultimes (concepteurs et conceptrices, municipalités, communautés autochtones) rehausserait l'utilité pratique des projets, favoriserait l'application des conseils qui reposent sur des données scientifiques et accroîtrait la visibilité des initiatives.

Unité de sécurité incendie

Unique en son genre au pays, l'unité de sécurité incendie s'aligne sur les rôles du gouvernement fédéral et les priorités nationales. Elle est reconnue comme un chef de file national dans la recherche sur la sécurité incendie et possède un savoir-faire de renommée mondiale sur le bois massif d'ingénierie résistant au feu ainsi que sur les feux en milieu périurbain.

À l'avenir, l'Unité pourrait équilibrer l'accentuation actuelle sur les services techniques à court terme avec de la recherche stratégique à long terme. Une participation accrue des parties prenantes accroîtrait la pertinence des projets et satisferait aux besoins immédiats et futurs en sécurité incendie.

1.4 Harmonisation avec la mission fédérale

Les activités de l'unité de sécurité incendie s'alignent sur les rôles du gouvernement fédéral et les priorités nationales. Elles complètent les activités de sécurité incendie entreprises par les autres ministères. Son intégration au CNRC est particulièrement bien adaptée pour favoriser la production de données scientifiques impartiales et l'accès à l'expertise d'autres centres de recherche.

Rôles du gouvernement fédéral en sécurité incendie dans l'environnement bâti

Au Canada, la responsabilité de la sécurité incendie dans l'environnement bâti[1] incombe essentiellement aux provinces, aux territoires et aux municipalités. Les provinces et les territoires fixent le cadre juridique de cette protection et la réglementation qui s'y rapporte, dont on confie l'application aux municipalités, qui procurent les services de protection contre le feu. Le gouvernement fédéral joue un rôle capital sur ce plan en rehaussant la sécurité incendie dans l'environnement bâti par des recherches et l'orientation conférée aux codes modèles nationaux.

Les activités de l'unité de sécurité incendie s'harmonisent avec les fonctions fédérales en appuyant l'élaboration des codes modèles nationaux, en faisant progresser la recherche et en dispensant les conseils techniques qui protègent mieux l'environnement bâti contre le feu.

Plusieurs organismes fédéraux, y compris des ministères, des agences et d'autres entités, financent ou entreprennent des essais et quelques recherches en sécurité incendie dans le cadre de leurs missions respectives. Outre le CNRC, 10 organisations contribuent à mieux protéger l'environnement bâti contre le feu et 14 poursuivent des recherches et des initiatives sur les feux de forêt.

Voici les principaux domaines complémentaires auxquels s'intéressent l'unité de sécurité incendie et les autres ministères.

- **Recherche sur les feux de forêt et ressources connexes.** Ressources naturelles Canada (RNCan) et l'unité de sécurité incendie poursuivent des recherches sur les feux de forêt. Celles de RNCan portent essentiellement sur les méthodes pour maîtriser les feux de végétation, alors que celles de l'unité de sécurité incendie se concentrent sur la résistance des structures en milieu périurbain. Des comités techniques et des discussions régulières entre cadres supérieurs en garantissent la coordination afin d'éviter la duplication des efforts.
- **Recherche technique en sécurité incendie.** Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) finance la recherche universitaire sur les aspects techniques de la sécurité incendie ainsi que sur le bois d'ingénierie. Parmi les sujets couverts, mentionnons la résilience des forêts, la modélisation prévisionnelle des incendies et les systèmes de construction utilisant le bois. L'unité de sécurité incendie appuie quelques projets financés par le CRSNG, notamment ceux entrepris par l'Ember Fire Group de l'Université Carleton en mettant expertise et installations à la disposition de l'équipe.
- **Produits du bois novateurs.** RNCan finance la recherche sur les produits de construction en bois et leur commercialisation grâce à des programmes comme le Programme de construction verte en bois, ce qui l'amène souvent à tester de nouveaux produits aux installations de sécurité incendie du CNRC. L'unité de sécurité incendie facilite ces travaux en effectuant des essais sur les produits en question et en analysant leur performance de manière à étayer les normes et à perfectionner les méthodes et les matériaux novateurs destinés aux constructions en bois.

Le comité d'examen par des pairs, les parties prenantes et le personnel en sécurité incendie s'entendent tous pour dire que l'unité de sécurité incendie joue un rôle capital à l'échelon national. Les activités de l'Unité s'harmonisent avec les rôles du gouvernement fédéral et appuient les priorités de l'État comme la construction modulaire, les logements abordables résistants au feu et l'adaptation aux changements climatiques. L'intégration de l'Unité au CNRC lui permet de prodiguer des conseils impartiaux reposant sur des données probantes tout comme elle permet à divers centres de recherche du CNRC, dont le Centre de recherche

sur l'automobile et les transports de surface et le Centre de recherche sur les innovations dans les énergies propres, à accéder à des compétences qui complètent les leurs.

La plupart des parties prenantes sondées (92 %) soutiennent la poursuite des activités du CNRC en raison de l'expertise technique et de l'objectivité de ce dernier. Par ailleurs, 62 % estiment que ses recherches et ses services techniques n'ont pas leur équivalent ailleurs au pays, le reste les qualifiant de distincts dans une certaine mesure, ce qui souligne la place particulière que le CNRC occupe à l'échelon national, aucun ministère ne possédant les compétences techniques ni les capacités pour réaliser les recherches scientifiques sur la sécurité incendie qui concourent à l'élaboration des codes modèles nationaux.



« Le CNRC poursuit des travaux essentiels. Nous avons besoin de l'orientation et des conseils des spécialistes en sécurité incendie pour établir des lignes directrices, fixer des seuils de protection et collaborer avec l'industrie afin de parvenir à des approches consensuelles. »

—Une partie prenante de l'extérieur

1.5 Orientation stratégique

L'unité de sécurité incendie aide le Centre de recherche en construction à se rapprocher de ses objectifs, elle appuie les priorités du CNRC et répond aux besoins actuels en protection contre le feu. On la considère comme le chef de file canadien en recherche sur la sécurité incendie dans l'environnement bâti ainsi que comme un leader mondial sur le bois d'œuvre massif résistant au feu et les feux en milieu périurbain. Les parties prenantes ont indiqué les besoins en sécurité incendie auxquels l'Unité pourrait s'attaquer dans l'avenir.

Les objectifs du Centre de recherche en construction, qui concordent avec ceux du Plan stratégique du CNRC pour 2024-2029 (PDF), déterminent l'orientation stratégique de l'unité de sécurité incendie. Celle-ci aide le centre de recherche à se rapprocher de ses objectifs, lesquels comprennent la décarbonation de l'industrie de la construction, des bâtiments plus résilients et des innovations plus nombreuses. Parallèlement, l'Unité appuie les priorités du CNRC en résilience aux changements climatiques, durabilité et recherche numérique.

Le comité d'examen par des pairs et les parties prenantes conviennent que cette orientation cadre bien avec les priorités actuelles de la recherche en sécurité incendie. Plus particulièrement, ses travaux sur le bois d'œuvre massif résistant au feu appuient les priorités fédérales et provinciales de même que le logement abordable[2], une priorité de l'État, car les recherches et les essais portent sur les constructions modulaires réalisées avec cette sorte de bois résistant au feu.

Le comité d'examen par des pairs et 90 % des parties prenantes interrogées conviennent que l'Unité constitue le chef de file canadien dans la recherche en sécurité incendie et elle fait autorité dans le monde sur le bois d'œuvre massif résistant au feu ainsi que sur les feux en

milieu périurbain. Elle doit cette notoriété à son savoir-faire, à ses capacités d'essai et à ses contributions aux normes et aux codes. L'Unité est aussi très présente au Canada et à l'étranger par sa participation aux colloques et à des comités.

Les scientifiques de l'unité de sécurité incendie ont présenté et publié des articles dans plus de 60 colloques internationaux sur l'ingénierie de la protection contre les incendies. Ils ont aussi présidé différents comités et été invités en tant que conférenciers/conférencières ou membres de groupe de discussion à une dizaine d'importants événements annuels, dont la World Conference on Timber Engineering de 2014, 2018, 2021 et 2025 ainsi que l'International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management de 2010, 2019 et 2025.

En ce qui concerne les nouveaux besoins nationaux en sécurité incendie et des lacunes de la recherche, le comité d'examen par des pairs et les parties prenantes ont signalé plusieurs sujets très prioritaires sur lesquels l'Unité de sécurité pourrait se pencher en vue de faire progresser la sécurité incendie au Canada, par exemple :

- appuyer la réglementation recourant aux codes fondés sur la performance en établissant des objectifs et des critères de sécurité clairs pour ceux-ci;
- rassembler l'information qui facilitera une application efficace des codes fondés sur la performance;
- évaluer les risques d'incendie associés aux nouveaux systèmes énergétiques comme le stockage d'énergie dans les batteries ainsi que les liens entre le feu et les explosions;
- mettre au point des méthodes de détection et d'analyse du feu reposant sur IA;
- intégrer les techniques de jumelage numérique et de réplique virtuelle dynamique des biens matériels, des systèmes et des environnements à la simulation des incendies, à la formation des pompiers et pompières et à l'optimisation des plans d'évacuation;
- étudier le comportement du feu dans les nouveaux matériaux de construction, comme les bioproduits;
- faciliter la conversion des connaissances et des lignes directrices en sécurité incendie actuelles en conseils clairs et pratiques pour des groupes précis.

1.6 Sélection des projets et planification

Les projets de l'unité de sécurité incendie portent essentiellement sur les services techniques qu'elle procure à l'industrie et sont de courte durée. Sa capacité à entreprendre des recherches stratégiques à plus long terme pourrait s'en trouver restreinte. Pour accroître la pertinence de ses activités, l'Unité pourrait mieux équilibrer les projets à court terme avec la recherche stratégique de longue durée et solliciter une plus grande participation des parties prenantes.

Beaucoup de projets entrepris par l'unité de sécurité incendie durent un an ou moins et visent à procurer des services techniques. L'industrie demeure son principal client, puisque 73 % des projets entrepris la concernent. Cependant, les projets réalisés pour le compte de l'industrie engendrent légèrement moins de revenus (6,2 millions $) que ceux financés par les ministères (6,7 millions $). On pourrait le devoir au fait que le secteur de la construction est prédominé par des entreprises modestes dont l'effectif varie de 1 à 99 personnes et que celles-ci n'ont guère la capacité de financer des recherches de plus longue durée.

Même s'ils sont moins nombreux, les projets de R-D stratégique à long terme financés par les ministères ajoutent davantage aux revenus globaux de l'Unité en raison de leur plus grande envergure, de leur durée prolongée et d'une complexité accrue (voir les Tableau 6 et Tableau 7). Par exemple, un projet de R-D stratégique visant l'élaboration d'une norme sur les feux en milieu périurbain pour LICC, par exemple, et qui durerait de 2020-2021 à 2025-2026, devrait générer des recettes de 1,3 millions $.



Services techniques : Ils procurent à la clientèle un soutien spécialisé de courte durée contre rémunération (essais de résistance au feu, conformité aux normes, instrumentation, programmation, étalonnage, analyse des données et production de rapports, services de chimie).

R-D stratégique : Elle enrichit les connaissances fondamentales, atténue les risques que posent les innovations et accélère la commercialisation. Le développement de technologies en sécurité incendie facilitant la conception de bâtiments novateurs et les recherches sur le comportement de l'être humain lors d'un incendie, d'une évacuation d'urgence ou d'une évacuation de la population en sont des exemples.

Tableau 6. Nombre de projets selon leur nature et par client, de 2012-2013 à 2024-2025

Client	Jusqu'à 1 an	1-6 ans	R-D stratégique	Services techniques	Total
Industrie	86	21	23	84	**107**
Autres ministères	30	12	14	28	**42**
Universités	6	8	3	11	**14**
Autre[§]	7	4	9	2	**11**
Total	**129**	**45**	**49**	**125**	**174**

Tableau 7. Revenus selon la nature du projet et par client, de 2012-2013 à 2024-2025 (en millions de dollars)

Client	Jusqu'à 1 an	1-6 ans	R-D stratégique	Services techniques	Total
Industrie	3,1	3,1	2,6	3,6	**6,2**
Autres ministères	3,1	3,6	2,1	4,6	**6,7**
Universités	0,1	0,3	0,1	0,3	**0,4**
Autre[§]	0,3	0,6	0,8	0,1	**0,9**
Total	**6,6**	**7,6**	**5,6**	**8,6**	**14,2**

Source : Données sur les projets, de 2012-2013 à 2024-2025

Le comité d'examen par les pairs a noté que les projets de services techniques de l'unité — comme ceux liés à la conformité aux normes — répondent surtout aux besoins immédiats et à court terme de clients individuels. Pour permettre à l'unité de réaliser un plus grand nombre de projets de recherche qui s'attaquent de façon proactive à des enjeux plus larges touchant tout le secteur, les parties prenantes recommandent de mettre en place des mécanismes de participation plus officiels. Cela pourrait inclure des commissions consultatives, comme celles utilisées pour les initiatives de résilience climatique, ou des consultations structurées avec l'industrie, les organismes de réglementation, les provinces et les communautés. Ces approches aideraient à renforcer la pertinence stratégique des projets et à mieux aligner les travaux sur les besoins émergents en sécurité incendie.

D'autre part, le comité d'examen par des pairs estime que l'approche retenue par l'Unité sur le plan des affaires bénéficierait d'une orientation plus commerciale qui pourrait prendre la forme d'une analyse plus précise des revenus potentiels et de la quête de nouvelles sources de revenus comme les essais commerciaux. Enfin, le comité d'examen par des pairs a signalé que l'Unité devrait s'attarder davantage aux possibilités de financement de la recherche internationale.

[§] Associations, organisations internationales et instituts de recherche

2 Capacité organisationnelle

Initiatives de résilience climatique

Les initiatives de résilience climatique exploitent efficacement les installations et l'expertise des centres de recherche du CNRC pour répondre à la portée grandissante des recherches. Cela dit, leurs capacités pourraient être mieux consolidées par de nouvelles compétences en transfert des connaissances, en analyse de rentabilité et en gestion du changement de manière à faire connaître davantage les mesures d'adaptation fondées sur la recherche et d'en accroître l'adoption.

2.1 Installations

Les initiatives de résilience climatique ont recouru aux installations de divers centres de recherche du CNRC et fait appel à leurs capacités particulières pour soutenir les projets de résilience aux changements climatiques. Dans l'ensemble, on estime que les installations exploitées sont efficaces, même si celles des essais en sécurité incendie ont besoin d'être modernisées.

Les initiatives ont nécessité la collaboration de plusieurs centres de recherche du CNRC et recouru à un large éventail d'installations particulières et de spécialistes pour remédier à la complexité des risques complexes liés aux changements climatiques. Les principales installations mises à contribution dans le cadre de ces travaux étaient les suivantes.

- **Installations d'essais sur la performance hygrothermique des bâtiments (Centre de recherche en construction).** Ces installations comprennent une installation d'essai dynamique des toitures — une des plus grandes tables d'essai au monde permettant de simuler l'effet des vents violents sur les toitures et les structures — qui permet d'effectuer des évaluations réalistes de la résistance des bâtiments aux phénomènes extrêmes en météorologie.



Installation d'essai dynamique des toitures du CNRC

- **Installations d'essais en sécurité incendie (Centre de recherche en construction).** Voir la partie 2.3, unité de sécurité incendie – Installations, pour en savoir plus.
- **Bassin à houle côtière (Centre de recherche en génie océanique, côtier et fluvial).** Bassin en 3 dimensions configurable et large canal en 2 dimensions servant à

modéliser l'interaction des vagues et des courants avec les structures et le rivage. Cette installation nous renseigne sur la résilience des côtes et la résistance aux inondations.

- **Installation d'essai sur l'usure et la corrosion du matériel minier (Centre de recherche sur les innovations dans les énergies propres).** Cette installation permet de réaliser des essais de pointe sur l'usure, l'érosion et la corrosion-érosion en vue d'évaluer la durabilité des ponts en béton et de leurs composantes.
- **Installations de recherche en soufflerie (Centre de recherche en aérospatiale).** Ces installations servent à tester la performance des ouvrages comme les ponts à haubans dans des conditions climatiques extrêmes.

Le personnel participant aux initiatives avait un point de vue mitigé sur les installations du CNRC employées pour les projets de résilience climatique. Les souffleries sont très bien cotées et l'installation d'essai sur la corrosion est considérée comme un atout précieux, unique au pays. Cependant, le bassin à houle côtière est perçu comme utilisable, mais vieillissant, tandis que les installations d'essai en sécurité incendie, estime-t-on, devraient être modernisées.

Parmi les parties prenantes sondées, 64 % ont qualifié les installations du CNRC de très efficaces pour les projets de résilience aux changements climatiques, 27 % les jugeaient plutôt efficaces et 9 %, inefficaces. Les parties prenantes jugeant les installations plutôt efficaces ou inefficaces ont signalé plusieurs lacunes, notamment la nécessité d'en moderniser certaines pour atteindre la même qualité que les installations similaires de l'étranger, pour atténuer les incidences sur l'environnement et pour appuyer la recherche sur les microclimats urbains, la grêle et les essais sur le feu à grande échelle.

Selon les scientifiques interrogés, la principale difficulté ne découle pas du manque de pertinence, mais plutôt de la disponibilité des installations. En effet, certaines de ces dernières, comme le grand canal à houle sont réservées jusqu'à 1 an à l'avance. Pour satisfaire certains besoins immédiats, on doit donc recourir à des installations externes comme celles des universités ou les laboratoires industriels. Malheureusement, de tels accommodements s'accompagnent de restrictions comme un long délai d'attente et des variations dans les protocoles expérimentaux ou au niveau des compétences techniques.

2.2 Capacité et expertise

Les initiatives de résilience climatique montrent que l'on peut mobiliser un savoir-faire multidisciplinaire et accroître l'envergure des efforts de manière stratégique pour répondre aux besoins grandissants de la recherche sur l'adaptation aux changements climatiques. Cependant, ces initiatives pourraient être renforcées davantage si on élargissait les capacités en transfert des connaissances, en analyse de rentabilité et en gestion du changement pour mieux faire connaître les mesures d'adaptation qui s'appuient sur la recherche et en accélérer l'adoption.

Les initiatives de résilience climatique ont tiré parti des compétences spécialisées offertes à la grandeur du CNRC. La majorité des recherches de l'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base ont été réalisées par le Centre de recherche en construction. La participation du Centre de recherche en génie océanique, côtier et fluvial a pris plus d'ampleur dans le cadre de l'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques, signe que l'on s'est délibérément intéressé à la résilience des côtes et à la lutte contre les inondations, mais aussi que la collaboration s'est intensifiée entre les centres de recherche.

D'autres installations scientifiques, dont le Centre de recherche sur l'automobile et les transports de surface, les Services de conception et de fabrication, le Centre de recherche en aérospatiale et le Centre de recherche sur les innovations dans les énergies propres ont également mis leurs compétences à contribution. L'expertise sollicitée du CNRC se concentrait dans les domaines suivants :

- science des infrastructures et des bâtiments (conception, matériaux, performance, durabilité et résilience);
- analyse des données;
- modélisation du climat et des bâtiments;
- hydrodynamique;
- mécanique des glaces;
- dynamique du feu et comportement humain lors d'un incendie;
- aérodynamique.

L'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base comptait une équipe de 11 personnes venant du Centre de recherche en construction. Leur nombre est passé à 14 sous l'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques qui a suivi, en raison d'une expansion stratégique des recherches découlant de la portée accrue de l'initiative. De nouvelles fonctions, comme la direction des axes de recherche, la vulgarisation technique et l'élaboration de politiques, se sont greffées à l'initiative pour appuyer des projets plus complexes ainsi qu'en accentuer le rayonnement auprès des parties prenantes et l'exploitation des résultats scientifiques.

L'avis du personnel au sujet des capacités et de l'expertise était mitigé. Certaines personnes ont jugé les ressources humaines trop éparpillées alors que d'autres les ont qualifiées d'adéquates. Même si la plupart des membres du personnel estiment que le CNRC détient le savoir-faire essentiel pour appuyer les initiatives, certains mentionnent des lacunes au niveau de la conversion des résultats scientifiques et les analyses de rentabilité. Parmi les parties prenantes interrogées, 55 % sont d'accord avec l'affirmation que l'expertise du CNRC en résilience climatique est solide, alors que les 45 % restants sont plutôt d'accord. Quelques parties prenantes ont suggéré que l'on pourrait rehausser un peu plus ces compétences par l'addition de capacités en gestion du changement, ce qui faciliterait la navigation à travers les

barrières politiques et sociales qui ralentissent la mise en œuvre des mesures d'adaptation aux changements climatiques.

Unité de sécurité incendie

Les installations actuelles du CNRC en sécurité incendie conviennent généralement aux besoins immédiats en la matière. Pour les essais sur le feu à grande échelle, l'Unité compte toutefois sur des laboratoires internationaux. Pour mieux répondre aux nouveaux besoins en sécurité incendie, elle aurait besoin d'installations plus modernes et de compétences supplémentaires. Quoique l'on puisse la qualifier de solide, l'expertise scientifique et technique de l'Unité se concentre dans une large mesure chez un petit nombre de personnes chevronnées qui approchent de la retraite. La planification de la relève aura donc son importance si l'Unité veut continuer d'assumer son rôle.

2.3 Installations

Les installations d'essai en sécurité incendie (immeuble M-59) répondent aux besoins immédiats dans ce domaine, mais ne permettent pas d'alimenter la recherche ni d'effectuer des essais dans les domaines émergents et prioritaires en sécurité incendie. La fermeture du Laboratoire national de l'incendie a réduit le nombre de projets entrepris au nom de l'industrie. On estime la modernisation indispensable pour que la recherche s'engage dans les nouveaux domaines prioritaires et pour que l'unité de sécurité incendie s'affranchisse des laboratoires de l'étranger.

Le M-59 a été aménagé en 1958 pour que l'on puisse y effectuer des essais sur la résistance au feu ainsi que mettre au point et tester des systèmes de protection contre le feu. On y retrouve l'équipement qui suit.

- **Four d'essai sur les poteaux.** On s'en sert pour vérifier la résistance au feu d'un poteau chargé à pleine échelle. Il figure parmi l'un des plus grands fours d'essai de ce genre au monde.
- **Four d'essai sur les murs.** Ce four sert à tester la résistance au feu des murs et des portes. Il peut s'adapter à des structures dont les dimensions vont jusqu'à 3 mètres sur 3 mètres, sous une charge d'un maximum de 2 000 kN.



Le four d'essai sur les murs du CNRC

- **Four d'essai sur les planchers et plafonds.** On l'utilise pour mesurer la résistance au feu de spécimens de 3,9 mètres sur 4,8 mètres, sous une charge d'un maximum de 2 000 kN.
- **Four d'essai de grandeur intermédiaire.** Il sert à mesurer la résistance au feu de spécimens de 1,2 mètres sur 1,8 mètres avec une charge maximale de 218 kN pour un plancher et de 118 kN pour un mur.
- **Laboratoire des technologies immersives pour le comportement humain en cas d'incendie.** On y simule des situations d'urgence complexes en réalité virtuelle et en réalité augmentée immersive.
- **Laboratoire de chimie du feu**: On y précise les propriétés des matériaux dans diverses conditions d'incendie. Le laboratoire est doté d'un calorimètre à cône et d'autres instruments d'analyse.

Le comité d'examen par des pairs, les parties prenantes et les membres du personnel estiment que le M-59 satisfait aux besoins immédiats de l'industrie et que l'on peut y mener certains essais. Cependant, la taille du bâtiment et ses capacités limitent l'ampleur et la fréquence des essais et empêchent l'unité de sécurité incendie de s'attaquer autant qu'il le faudrait aux besoins émergents, y compris tester les nouveaux matériaux ou les matériaux combustibles, la façade des bâtiments, les systèmes d'évacuation de la fumée, le comportement du feu, les brûlures sur le terrain et les constructions en bois d'œuvre massif de grandeur réelle.

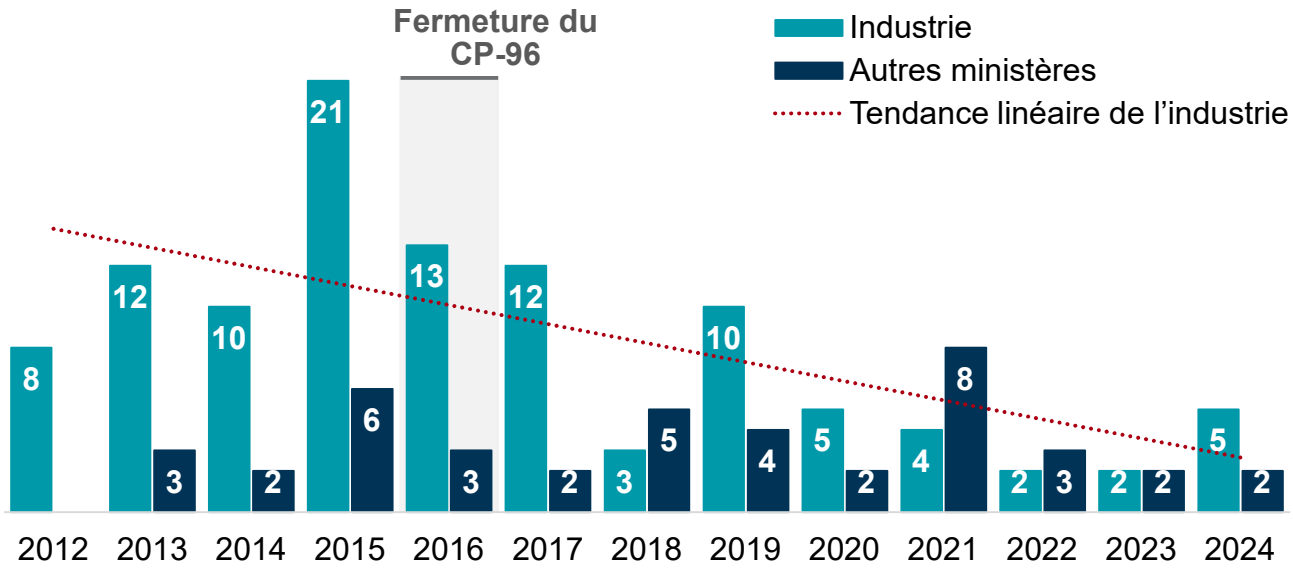
Le comité d'examen par des pairs en conclut que l'Unité pourrait entreprendre des recherches et mener des essais sur de nouveaux sujets critiques, comme le rôle des systèmes énergétiques de remplacement dans les incendies qui touchent l'environnement bâti. Les progrès réalisés dans ce domaine sont limités par le manque d'infrastructures essentielles, notamment un système de réduction des fumées en mesure de capter les sous-produits du feu. Une telle limite empêche l'Unité de tester les autres matériaux de construction que le bois et restreint ses activités aux structures en bois d'œuvre massif encapsulé (CBOME), classé incombustible. Par conséquent, l'Unité ne peut procéder à des essais exhaustifs, et son évaluation des éléments de construction en bois d'œuvre massif demeure limitée.

Les parties prenantes sondées sont partagées sur l'efficacité avec laquelle le M-59 permet à l'unité de sécurité incendie d'atteindre ses objectifs, 47 % estimant que c'est le cas, 23 % jugeant les installations plutôt efficaces et les 30 % restants les qualifiant de légèrement efficaces ou inefficaces. Selon les parties prenantes, le M-59 est le seul laboratoire canadien sur le feu capable de soutenir des projets qui vont dans les intérêts de l'industrie, des politiques et de la population.

Jusqu'à l'automne 2016, le M-59 constituait une des 2 installations du CNRC consacrées à la sécurité incendie. Inauguré en 1981, le Laboratoire national de l'incendie (CP-96) était le seul à pouvoir tester la résistance au feu de bâtiments de plus de 2 étages et de moyens de transport d'une taille supérieure à une voiture à l'échelle réelle. On y trouvait une tour de

10 étages pour l'étude de la fumée et diverses plateformes et aires expérimentales de grande envergure. Le laboratoire a dû cesser ses activités à l'automne 2016 en raison de problèmes environnementaux. Sa fermeture a nettement réduit les capacités de recherche et d'essai de l'unité de sécurité incendie. Selon les membres du personnel, les installations du M-59 ne peuvent accommoder qu'environ 25 % des essais autrefois réalisés au Laboratoire national de l'incendie. Les données sur les projets le confirment avec la baisse du nombre de ces derniers depuis que le laboratoire national a fermé ses portes (voir la Figure 2).

Figure 2. Projets de l'industrie et des ministères par exercice, de 2012-2013 à 2024-2025



La tendance linéaire a été établie selon la méthode des moindres carrés.

Source : Données sur les projets de 2012-2013 à 2024-2025

Depuis la fermeture du Laboratoire national de l'incendie, l'Unité a dû recourir à des laboratoires étrangers pour les essais sur le feu à l'échelle réelle. Elle a notamment fait appel aux Sandia National Laboratories et au Southwest Research Institute, 2 laboratoires du gouvernement des États-Unis qui réalisent des essais contre rémunération. Elle s'est également tournée vers le National Fire Research Laboratory du National Institute of Standards and Technology, autre laboratoire de l'administration américaine. Selon le personnel de l'Unité et les parties prenantes, cette situation a entraîné une hausse des coûts, des retards et des risques plus grands au niveau du contrôle de la qualité, de la protection de la propriété intellectuelle et du détournement du savoir institutionnel. Ils ont également souligné que ces laboratoires ont profité de l'expertise technique et opérationnelle du CNRC par observation et par la formation du personnel en sécurité incendie. Un transfert de compétences de ce genre pourrait ébranler l'avantage concurrentiel de l'Unité.

Le comité d'examen par des pairs, les parties prenantes et les membres du personnel ont déclaré que la fermeture du Laboratoire national de l'incendie a sérieusement ralenti les

recherches sur le bois d'œuvre massif, les matériaux combustibles et les nouveaux matériaux, la construction modulaire, le comportement humain lors d'un incendie et la conception fondée sur le rendement. Parallèlement, cette fermeture a interrompu les travaux sur la norme CAN/ULC-S134 relative à la résistance au feu des murs extérieurs, a réduit la production de nouvelles données issues des essais sur les nouveaux matériaux incombustibles et des essais à grande échelle, a mis un terme aux possibilités de formation des ingénieurs et ingénieures en sécurité incendie à l'échelle réelle et a restreint la rédaction des documents éducatifs en sécurité incendie au CNRC. Enfin, la fermeture du laboratoire a affecté d'autres centres de recherche du CNRC, y compris le Centre de recherche sur l'automobile et les transports de surface et le Centre de recherche en aérospatiale.



« À présent, l'unité de sécurité incendie ne semble plus participer autant à l'instruction des futurs spécialistes de la science du feu. Or, il est impossible de former de tels professionnels et professionnelles sans installation où procéder à des démonstrations d'incendie à l'échelle réelle. »

—Une partie prenante de l'extérieur

Le comité d'examen par des pairs en conclut qu'il faut absolument moderniser le M-59 ou adopter une autre stratégie afin d'avoir accès à des installations canadiennes fiables qui satisferont les besoins actuels et futurs de la recherche. Il préconise que l'on agisse sans tarder. Le comité et diverses parties prenantes ont d'ailleurs souligné qu'en modernisant les capacités du CNRC dans les essais sur le feu, on restaurerait un service d'essai important, on faciliterait l'élaboration de règlements et on aiderait le Canada à se forger une meilleure place en recherche sur la sécurité incendie dans le monde.

Au moment de l'évaluation, l'unité de sécurité incendie étudiait différents moyens de réduire sa dépendance aux laboratoires étrangers et de mieux soutenir les priorités futures en recherche et en expérimentation.

2.4 Capacités et expertise

L'unité de sécurité incendie cumule un important savoir-faire scientifique et technique, qui se concentre chez quelques personnes sur le point de prendre leur retraite. Il existe donc un véritable risque de voir une expertise spécialisée disparaître. Il faut donc planifier la relève afin de préserver et de consolider les capacités de l'Unité dans l'avenir.

Domaines dans lesquels l'unité de sécurité incendie détient de l'expertise :

- dynamique du feu, y compris l'intensification et la propagation des flammes et l'inflammabilité;
- détection du feu, suppression des flammes et gestion des fumées;
- gestion des risques d'incendie, résistance au feu et sécurité des feux de structure;

- comportement humain lors des incendies et évacuations;
- modélisation des incendies et essais sur le feu;
- calculs scientifiques et analyse, prise de décisions et outils pertinents fondés sur l'IA;
- conception et codes du bâtiment fondés sur la performance;
- sécurité de la population durant les incendies et formation du personnel de lutte contre le feu.

En novembre 2025, l'Unité comptait un effectif de 26 personnes, dont 12 agents et agentes de recherches, 8 agents et agentes techniques, 4 attachés et attachées de recherches, 1 gestionnaire technique et 1 directeur.

Depuis 2016, l'Unité a contribué aux initiatives du CNRC sur la résilience climatique par des recherches et des essais sur les feux en milieu périurbain et la fumée des feux de forêt. Depuis 2023, elle appuie la Plateforme pour la décarbonisation à grande échelle du secteur de la construction grâce à ses recherches sur l'atténuation des risques posés par les matériaux sobres en carbone, les systèmes de récupération de l'énergie et les applications à batteries au lithium-ion. Elle a également fait progresser l'évaluation numérique des risques d'incendie ainsi que la modélisation du feu et des évacuations. Selon le plan stratégique pour 2024-2029 et le personnel de l'Unité, celle-ci ne peut plus participer autant aux initiatives de résilience climatique ni offrir les mêmes services techniques. Le comité d'examen par des pairs et les parties prenantes en concluent que les capacités de l'Unité sont restreintes et que de nouveaux projets de recherche ne pourront qu'alourdir la charge de travail actuelle.

Pour remédier immédiatement à la pression qu'exerce la charge de travail, lors des exercices 2023-2024 et 2024-2025, l'Unité a ajouté des équivalents temps plein (ETP) temporaires à son équipe pour soutenir la Plateforme pour la décarbonisation à grande échelle du secteur de la construction. Elle a donc engagé un grand nombre d'étudiants et d'étudiantes et collaboré davantage avec le milieu universitaire et d'autres ministères (voir le Tableau 8).

Le comité d'examen par des pairs estime que si le personnel étudiant contribue à soutenir la recherche, compter sur lui pour alléger la charge de travail ou pour faciliter le transfert du savoir manque d'efficacité. Une telle approche empiète aussi sur le temps de l'équipe et nécessite des ressources supplémentaires en formation et en encadrement.

Tableau 8. Équivalents temps plein, équivalents temps plein temporaires et personnel étudiant de l'unité de sécurité incendie par exercice financier, de 2019-2020 à 2024-2025

Type d'employé·e	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024	2024-2025
ETP	15,7	17,1	16,6	18,7	22,0	22,0
ETP temporaire	2,8	2,0	3,6	3,5	2,0	4,0
Personnel étudiant**	0,4	2,2	2,9	2,9	4,5	14,9
Total	**18,9**	**21,3**	**23,1**	**25,1**	**28,5**	**40,9**
Rémunération en millions de dollars (y compris avantages sociaux)	2,6	2,8	3,0	3,3	4,8	7,3

Source : Données financières et données sur les ressources humaines de 2019-2020 à 2024-2025

La fermeture du Laboratoire national de l'incendie a réduit le personnel technique, qui est passé de 8 à 1 personne, et restreint les capacités de l'unité de sécurité incendie en recherche sur les installations fixes et mobiles d'extinction, sur les risques d'explosion et d'incendie soulevés par les batteries et sur la sécurité incendie dans les tunnels. Pour l'instant, l'expertise de l'Unité est en bonne partie détenue par du personnel scientifique et technique chevronné sur le point de partir pour la retraite. Selon les parties prenantes et le comité d'examen par des pairs, il existe donc un risque appréciable de voir disparaître un bagage de connaissances important, risque qu'aggrave l'absence d'un plan officiel pour la relève.

À l'heure actuelle, 1 seul membre de l'Unité se spécialise dans le comportement humain lors d'un incendie et dans la sécurité incendie quand il n'existe qu'une voie d'évacuation. Une autre personne est spécialisée dans la recherche sur le bois d'œuvre massif. Or, ces 2 aspects prennent de plus en plus d'importance face aux priorités de l'État en matière de logement et de construction sobre en carbone.



« Malgré de solides bases techniques, l'Unité a du mal à soutenir efficacement les initiatives de recherche actuelles et futures, faute d'un effectif suffisant. »

—Une partie prenante de l'extérieur

Parmi les parties prenantes sondées, 55 % conviennent que l'Unité détient déjà le savoir-faire nécessaire pour atteindre ses objectifs, les autres se disant plutôt d'accord sur ce point. Quelques personnes ont indiqué que les capacités de l'Unité sont limitées et que l'on tarde à répondre à la clientèle en raison de la petitesse de l'équipe et des demandes contradictoires, notamment les essais sur le feu réalisés à l'étranger et la participation aux comités. Selon une partie prenante, ces capacités réduites compliquent la collaboration, et l'insuffisance des ressources empêche l'Unité de s'attaquer à des recherches critiques sur le bois d'œuvre

** Habituellement, le CNRC ne garde le personnel étudiant qu'environ 4 mois.

massif. Les parties prenantes ont ajouté que l'Unité devrait enrichir ses connaissances sur la réglementation internationale et mieux appliquer les résultats des recherches à l'élaboration de codes fondés sur la performance.

3 Efficacité

Initiatives de résilience climatique

Au Canada, les initiatives de résilience climatique ont grandement contribué à faire avancer l'adaptation des bâtiments et des infrastructures aux changements climatiques grâce à la publication du résultat des recherches, à l'élaboration de données sur le climat dans l'avenir, de guides et d'outils, ainsi qu'à une vaste collaboration entre les parties prenantes. Ces activités ont consolidé les pratiques visant à rehausser la résilience aux changements climatiques dans la conception et étayé l'élaboration de normes, de devis et de codes nationaux.

Les administrations publiques et les associations professionnelles en conception adoptent de plus en plus ces produits, bien que l'industrie tarde à le faire. Ces initiatives alimentent aussi l'innovation dans les entreprises en facilitant l'homologation de produits de construction mieux adaptés au climat. Pour que leurs retombées se multiplient encore plus, il faudra continuer de mobiliser les connaissances, exposer les mesures d'adaptation à des groupes ciblés et en analyser la rentabilité à long terme pour mieux sensibiliser la population et amener le secteur canadien de la construction à les adopter davantage.

Pour évaluer l'efficacité des initiatives de résilience climatique, on a examiné les articles dans les revues à comité de lecture, les produits livrables issus des protocoles d'entente, l'ampleur de la collaboration et l'aide procurée aux entreprises pour qu'elles innovent. Le Tableau 9 illustre l'avancement des produits livrables mentionnés dans les PE successivement conclus avec Logement, Infrastructures et Collectivités Canada (LICC).

Tableau 9. État d'avancement des produits livrables mentionnés dans les protocoles d'entente conclus avec Logement, Infrastructures et Collectivités Canada, par initiative

Activité	Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base	Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques	Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques–SNA
Lignes directrices sur les bâtiments, les infrastructures et le logement dans les régions éloignées et les communautés autochtones	Terminé	Sans objet	Sans objet
Lignes directrices sur le transport en commun, les solutions s'inspirant de la nature, la lutte contre les inondations, et les communautés nordiques, éloignées et autochtones	Sans objet	Sur la bonne voie	Sans objet
Lignes directrices sur les rénovations résidentielles	Sans objet	Sans objet	Sur la bonne voie
Données sur les inondations	Sans objet	Sans objet	Sur la bonne voie
Données historiques et futures sur le climat	Terminé	Sans objet	Sans objet
Outils de gestion des actifs	Sans objet	Sur la bonne voie	Sur la bonne voie
Évaluation des matériaux et des systèmes de construction résilients aux changements climatiques	Sans objet	Sur la bonne voie	Sur la bonne voie
Solutions techniques (développement et atténuation des risques)	Sans objet	Sur la bonne voie	Sur la bonne voie
Intégration des lignes directrices aux normes et aux devis	Terminé	Sur la bonne voie	Sur la bonne voie
Modifications aux codes modèles nationaux	Terminé	Trop tôt pour être évalué	Trop tôt pour être évalué
Adoption des lignes directrices, des normes et des codes par l'industrie, les provinces, les territoires et les municipalités	Trop tôt pour être évalué	Trop tôt pour être évalué	Trop tôt pour être évalué

3.1 Publication dans les revues à comité de lecture

Les initiatives de résilience climatique ont engendré la publication de nombreux articles sur l'adaptation des bâtiments et des infrastructures dans des revues à comité de lecture. Elles figurent en 3e place parmi les organisations canadiennes en ce qui concerne le nombre de publications. Le facteur d'impact pondéré par discipline (FIPD) de ces articles demeure cependant légèrement sous la moyenne mondiale, signe que l'on pourrait encore en accroître l'impact.

De 2016 à 2024, les initiatives de résilience climatique ont entraîné la publication de 211 articles dans des revues à comité de lecture. Ce nombre a augmenté en 2020 avec l'achèvement de nombreux projets, à la conclusion de l'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base. Leur nombre a continué de grandir quand l'initiative suivante a élargi la portée des recherches.

Le CNRC figurait au 3e rang parmi les organisations canadiennes recensant le plus de publications sur l'adaptation des bâtiments et des infrastructures au climat, derrière l'Université de la Colombie-Britannique et l'Université Concordia (voir le Tableau 10). On en déduit que les initiatives de résilience climatique se situent parmi les activités qui, au Canada, alimentent le plus la recherche sur les bâtiments et les infrastructures résilients aux changements climatiques.

Tableau 10. Dix organisations canadiennes ayant publié le plus d'articles sur l'adaptation des bâtiments et des infrastructures au climat, de 2016 à 2024[††]

Organisation	Nombre de publications
Université de la Colombie-Britannique	72
Université Concordia	67
Conseil national de recherches du Canada	**52**
Université de Toronto	47
Université Western	35
Université McGill	33
Université de Waterloo	33
Université Laval	30
Université de Guelph	30

Source : Rapport bibliométrique des Services d'intelligence et analytique du CNRC pour 2016-2024

[††] Pour faciliter la comparaison entre le nombre d'articles publiés dans le cadre des initiatives et par les organisations canadiennes semblables au CNRC, on a créé des jeux de données à partir de mots-clés se rapportant à l'adaptation des bâtiments et des infrastructures au climat. Plus de détails à l'annexe A.

Le FIPD des articles publiés dans le cadre des initiatives de résilience climatique du CNRC se chiffre à 0,85, soit sous la moyenne mondiale de 1,0. On en déduit que les articles traitant de ces recherches ont été cités moins souvent que ceux sur des travaux analogues effectués ailleurs dans le monde.

Selon le plan stratégique du Centre de recherche en construction, la nature des recherches (elles sont appliquées ou destinées à la réglementation) signifie que les articles qui en découlent pourraient mettre plus de temps à susciter des citations que les articles des autres centres de recherche du CNRC. Les données bibliométriques le confirment, puisque la recherche appliquée et celle en génie se caractérisent souvent par une augmentation du nombre de citations plus lente que celle observée en science pure[3], ce qui expliquerait en partie le plus faible FIPD des initiatives.

Précisons que 37 % des publications à accès libre découlant des initiatives ont enregistré un FIPD plus élevé (1,01), les publications à accès restreint devant se contenter d'un FIPD de 0,77. Plus accessibles, les publications à accès libre gagnent en effet en visibilité, ce qui mène à une diffusion plus rapide et semble accroître l'impact des recherches[4].



Par « **publications à accès libre** », on entend les articles scientifiques pouvant être librement consultés en ligne. N'importe qui ayant accès à Internet peut donc les lire, les télécharger et se servir de leur contenu sans avoir à s'abonner ni à verser un montant quelconque.

3.2 Contribution aux lignes directrices, aux données et aux outils

Les initiatives de résilience climatique ont permis aux infrastructures et aux bâtiments canadiens de progresser de manière significative vers l'adaptation au climat grâce à l'élaboration de données climatiques, de lignes directrices fondées sur la science et d'outils de résilience aux changements climatiques. Les données nationales sur le climat ont été actualisées et ont depuis été intégrées au Code national du bâtiment du Canada de 2025 ainsi qu'au Code canadien sur le calcul des pont routiers, faisant de notre pays le premier au monde à incorporer des projections climatiques à ses codes modèles nationaux. Plus d'une vingtaine de lignes directrices étoffent désormais les pratiques en conception et en génie, tandis que les outils conçus dans le cadre des initiatives contribuent à la prise de décisions tenant compte des réalités climatiques sur les constructions et les infrastructures de nature variée.

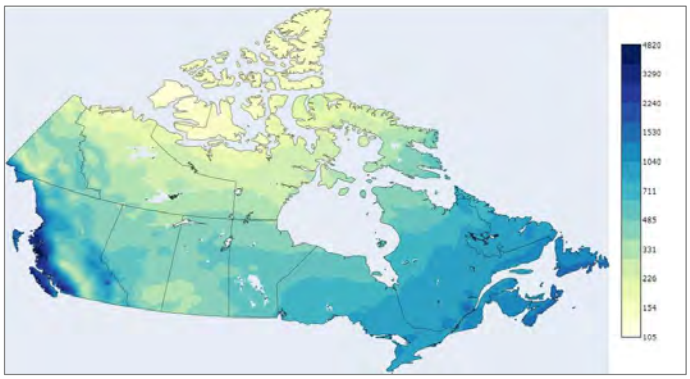
Données climatiques

De concert avec Environnement et Changement climatique Canada, les scientifiques du CNRC ont actualisé les données climatiques élaborées dans les années 1960 pour le Code

canadien sur le calcul des ponts routiers et le Code national du bâtiment du Canada. Les nouvelles données historiques ont été incorporées aux versions subséquentes du Code canadien sur le calcul des ponts routiers et du Code national du bâtiment du Canada. On s'en est aussi servi comme base de référence pour les nouveaux jeux de données climatiques obtenus par modélisation ou par des méthodes analytiques. L'Agence internationale de l'énergie (en anglais seulement) a d'ailleurs opté subséquemment à la même approche pour produire les données sur le futur climat dans 15 villes à climatologie différente, preuve que les recherches du CNRC ont une pertinence internationale.

Plusieurs outils de conception intègrent désormais les données historiques et futures sur le climat. En voici quelques-uns.

- **Climate-RCI**. Cette application utilise les données pour préciser les exigences de performance des toitures.
- **Base de données sur les propriétés hygrothermiques des matériaux de construction**. Ces données créent un dépôt sur les 5 propriétés hygrothermiques se rapportant à la chaleur et à l'humidité dans 34 matériaux de construction.
- **Explorateur de valeurs de calcul**. Ce produit exploite les données pour proposer un outil en ligne illustrant les conséquences de l'évolution du climat en conception, selon différents scénarios futurs.



Valeurs historiques des précipitations annuelles

Source : L'explorateur de valeurs de calcul – Pacific Climate Impacts Consortium – Université de Victoria

L'intégration des données sur le futur climat au Code canadien sur le calcul des ponts routiers de 2025 a fait du Canada le premier pays au monde à appliquer nationalement à la conception des bâtiments et des ponts des exigences qui prennent en compte les futures conditions climatiques. Il s'agit d'un changement majeur dans la pratique de cette profession. Dorénavant, des lignes directrices nationales obligatoires appuieront la construction d'infrastructures résilientes aux changements climatiques.

Dans le cadre de l'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base, le CNRC a aussi élaboré un système canadien d'information sur les risques climatiques côtiers (en anglais seulement) qui simule numériquement les ondes de tempête et la houle à partir des données climatiques historiques et futures. Grâce aux fonds de la Stratégie nationale d'adaptation (SNA), le modèle a été perfectionné pour rehausser

l'évaluation des risques climatiques pour les infrastructures essentielles comme les systèmes de transport et les ports. Par ailleurs, on a développé une nouvelle plateforme infonuagique qui renforce les capacités d'analyse sur les ondes de tempête et la houle, et qui améliore les simulations grâce à une estimation plus précise des paramètres environnementaux et des risques. De telles capacités sont indispensables pour mieux cartographier les risques d'inondation et planifier les mesures d'urgence.

Les recherches actuelles valideront le modèle, accroîtront la précision des prévisions dans les simulations et perfectionneront la plateforme infonuagique afin que les données sur les ondes de tempête soient mieux exploitées lors de la conception des ouvrages côtiers.

Lignes directrices sur la résilience climatique

L'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base ont débouché sur 14 lignes directrices, à savoir :

- 5 sur les bâtiments;
- 1 sur les infrastructures;
- 7 sur les immeubles et les infrastructures;
- 1 sur le logement dans les régions éloignées et les communautés autochtones.

Jusqu'à présent, on en a rédigé 7 dans le cadre de l'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques, en l'occurrence :

- 2 sur les bâtiments;
- 1 sur les transports en commun;
- 3 sur les solutions s'inspirant de la nature;
- 1 sur les communautés autochtones.

On en trouvera la liste complète à l'annexe C.

Ces documents comblent des lacunes importantes en matière de savoir et de technique. Par exemple, le Guide for Design of Flood-Resistant Buildings (en anglais seulement) de 2021 présente des conseils techniques permettant de concevoir et de mieux planifier des bâtiments qui résisteront aux inondations fluviales, côtières et urbaines, et comble une lacune du Code national du bâtiment du Canada de 2020.

Le document Nature-based infrastructure for coastal flood and erosion risk management: a Canadian design guide (en anglais seulement), publié en 2024, constitue un autre exemple. Cette publication propose des méthodes fondées sur des données probantes pour choisir, concevoir, déployer et gérer des moyens naturels ou s'inspirant de la nature dans la lutte contre les inondations et l'érosion du littoral. Élaboré avec les contributions de 50 spécialistes venant de 25 organisations, ce guide a depuis été incorporé à divers ouvrages de planification,

comme Gestion des risques croissants : pour un littoral canadien résilient au climat (2025), du Centre Intact d'adaptation au climat. On s'en est aussi servi pour étayer des projets d'application, notamment le Nature-Based Coastal Climate Adaptation (Living Dikes) Project (en anglais seulement), qui établit des protections côtières s'inspirant de la nature.

Les fonds supplémentaires obtenus grâce à la SNA en 2023-2024 appuient l'élaboration de lignes directrices sur les rénovations résidentielles aux fins d'adaptation au climat. Cela comprend une base de données sur les rénovations en fonction de risques multiples (en anglais seulement), créée par le groupe Partners for Action de l'Université de Waterloo pour renseigner les entrepreneurs en construction et les propriétaires d'habitations, ainsi que les listes de vérification sur la résilience des rénovations (en anglais seulement) dressées par l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques.

Enfin, le CNRC collabore avec la Société canadienne d'hypothèques et de logement pour évaluer le coût des rénovations qui rendent les habitations plus résilientes, travail qui permettra de se faire une meilleure idée de la rentabilité des rénovations résidentielles.

Outils de résilience climatique

L'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques développe des outils avec lesquels les concepteurs et conceptrices, les ingénieurs et ingénieures et les gestionnaires de biens évalueront plus aisément l'impact des changements climatiques sur les infrastructures neuves ou existantes. Ces outils aideront aussi les propriétaires des infrastructures publiques et les personnes qui les exploitent à prendre en compte les risques posés par le climat quand ils prennent des décisions. Jusqu'à présent, l'initiative a débouché sur 3 outils opérationnels et solutions techniques qui facilitent la gestion des actifs.

L'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base a amené le CNRC à collaborer avec Catapult Satellite Applications et Transports Canada pour faire avancer le développement de BRIGITAL (en anglais seulement), outil décisionnel qui recourt à la surveillance par satellite des déplacements des ponts en vue d'évaluer la performance de ces ouvrages. BRIGITAL détecte les infimes mouvements du sol et des ouvrages pour restituer des données sur les déplacements sans liens avec les conditions météorologiques. Ces données complètent les inspections visuelles. L'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques a contribué au perfectionnement de cet outil par l'inclusion d'avertissements hâtifs sur l'affouillement (en anglais seulement) qui résulte de l'érosion du sol autour des piles et des culées, un des principaux phénomènes à l'origine de l'effondrement des ponts routiers en Amérique du Nord.

Un partenariat du Centre canadien de matériaux de construction et de l'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques verra l'élaboration d'un système de certification des matériaux et des systèmes de construction résilients aux changements climatiques. On est d'ailleurs sur le point de lancer un projet pilote qui évaluera la résistance au feu des produits et systèmes pour toitures, de bardage et de planchéiage. Ce projet aboutira à de nouveaux critères d'évaluation pour la résistance aux vents violents.

L'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques a aussi contribué à élaborer des solutions techniques qui rehaussent la conception, la construction et la gestion des immeubles et des infrastructures ainsi qu'à rendre de telles solutions moins risquées. Un outil sur la performance des routes, mis au point dans le cadre de l'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base, est en train d'être actualisé et 2 autres sont en cours d'élaboration. Les 3, mentionnés ci-dessous, intègrent les données sur le futur climat obtenues grâce à l'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base.

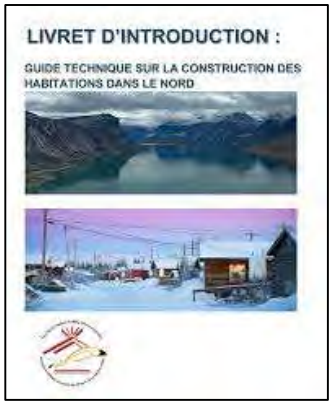
1. **Outil d'aide pour l'adaptation du pavage** : analyse les répercussions des changements climatiques sur l'efficacité du pavage.
2. **Outil pour une conception empirique-mécaniste du pavage** : prévoit l'efficacité des revêtements et la durée de leur vie utile.
3. **Outil pour la sélection de l'asphalte et son adaptation au climat** : aide les utilisateurs à choisir les matériaux bitumineux qui se prêtent le mieux à la chaussée en fonction de son emplacement, compte tenu des futures conditions climatiques.

3.1 Collaboration des parties prenantes

Les initiatives de résilience climatique ont nécessité la collaboration d'un vaste réseau de parties prenantes pour la recherche et l'élaboration de lignes directrices s'appuyant sur la science pour les bâtiments et les infrastructures résilients aux changements climatiques.

D'emblée, les initiatives ont profité d'importantes collaborations afin que la recherche et ses résultats puissent progresser. Plus de 300 personnes y ont travaillé, représentant tous les ordres de gouvernement, mais aussi des spécialistes canadiens et étrangers, des membres de la profession de la conception comme des architectes, des ingénieurs et ingénieures et des urbanistes, de même que des membres de l'industrie, du milieu universitaire, des organisations sans but lucratif et des communautés autochtones.

En faisant appel à une diversité de partenaires, les initiatives ont facilité la vulgarisation et l'échange d'idées et de pratiques exemplaires, et favorisé des interventions coordonnées. Ces collaborations ont permis l'élaboration de solutions intégrées, fondées sur des données scientifiques, aux problèmes complexes et pangouvernementaux de l'adaptation au climat. La collaboration a pris de nombreuses formes, dont la consultation des parties prenantes et des ateliers, la participation à des comités de normalisation et de codification, des rencontres pangouvernementales, des commissions consultatives et des comités techniques sur chaque axe de recherche.



Guide technique sur la construction des habitations dans le Nord

Ainsi, l'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base s'est associée à des organisations autochtones pour produire le Guide technique sur la construction des habitations dans le Nord, sous la direction de l'Association nationale des agents du bâtiment des Premières Nations (ANABPN). Ce guide propose des livrets conviviaux sur les meilleures pratiques de construction applicables dans le Nord et les régions éloignées, y compris les communautés de l'Arctique, des régions subarctiques et de l'Inuit Nunangat.

Selon l'ANABPN, environ 60 % des agents et agentes du bâtiment de l'Association qui ont eu vent du guide par la poste, au moyen d'un bulletin d'information ou grâce à un hyperlien l'ont téléchargé, ce qui témoigne d'une vive adoption. Le guide fait aussi partie intégrante de la formation sur les inspections et les codes du bâtiment offerte par l'ANABPN, ce qui en prouve l'utilité pratique et la pertinence pour les Autochtones qui ont fait métier de la construction d'habitations. Forte de cette expérience, l'ANABPN a depuis mis sur pied un projet de modélisation de l'énergie dans l'Arctique qui procure des lignes directrices fondées sur des données probantes aux personnes qui bâtissent des habitations écoénergétiques dans le Nord. Ces lignes directrices s'appuient sur les enseignements que l'Association a tirés de sa collaboration avec le CNRC.

Pour accroître encore plus l'adoption des outils et des ressources en résilience climatique, l'initiative devrait poursuivre sa collaboration avec les communautés autochtones et faire acte de présence dans les colloques sur les habitations autochtones de manière à alimenter un échange fructueux de connaissances et de nouer plus de relations.

3.2 Adoption des lignes directrices, des données et des outils

La population a accès aux lignes directrices, aux données et aux outils élaborés dans le cadre des initiatives de résilience climatique par des plateformes en ligne, ce qui contribue à sensibiliser les parties prenantes. Leur adoption progresse, car divers programmes fédéraux associent désormais les exigences de résilience au financement des bâtiments et des infrastructures. Les associations professionnelles de conception, l'administration publique des régions et l'industrie commencent elles aussi à exploiter ces ressources qui demeurent malgré tout méconnues, ce qui en entrave une adoption plus générale.

Disponibilité des lignes directrices, des données et des outils

Les données, les lignes directrices et les outils issus des initiatives de résilience climatique sont disponibles en ligne. Beaucoup d'organisations des parties prenantes, dont la Société canadienne d'hypothèques et de logement et la Fédération canadienne des municipalités, mentionnent ces ressources auxquelles elles renvoient grâce à des liens. Ces lignes directrices, données et outils ont aussi été intégrés à des plateformes informatiques nationales, dont l'explorateur de valeurs de calcul, donneesclimatiques.ca et Perspectives

climatiques. Enfin, des plateformes fédérales comme celle du Centre canadien des services climatiques rassemblent ces informations et comprennent un lien menant aux données sur le climat.

Les lignes directrices sur l'adaptation des bâtiments et des infrastructures au climat sont nombreuses au Canada. Dans son Évaluation de base de la mise en œuvre des documents d'orientation sur les infrastructures résilientes aux changements climatiques au Canada de 2025, LICC mentionne 156 documents d'orientation que le public peut consulter sur les infrastructures canadiennes résilientes aux changements climatiques. Les parties prenantes connaissent bien les initiatives de résilience climatique du CNRC et les ressources auxquelles elles ont donné naissance. Plus de la moitié (51 %) des parties intéressées interrogées rapportent être très bien au courant des activités poursuivies dans le cadre de ces initiatives, et 46 % affirment les connaître assez, 3 % seulement avouant les ignorer. On attribue en partie ce niveau élevé de sensibilisation au fait que les ressources sont accessibles librement en ligne. Pour en accroître encore plus la visibilité, l'adoption et l'impact, il conviendrait de poursuivre énergiquement la promotion de ces sites Web auprès des parties prenantes.

Adoption par le gouvernement fédéral

Source de fonds majeure pour les bâtiments et les infrastructures, le gouvernement fédéral joue un rôle appréciable dans l'adoption des méthodes de conception et des pratiques de construction résilientes aux changements climatiques en associant les exigences pertinentes à ses programmes de financement. Ainsi, la SNA de 2023 avait pour objectif qu'à compter de 2024, tous les nouveaux programmes fédéraux finançant des infrastructures devraient inclure la résilience climatique aux étapes de la planification et de la conception. Un des buts principaux des initiatives de résilience climatique consiste à élaborer les données, les lignes directrices et les outils qui contribueront à la concrétisation de cet engagement.

L'analyse de 24 programmes fédéraux de financement des bâtiments et des infrastructures réalisée par LICC révèle que 5 d'entre eux incorporaient des exigences étayées par les recherches ou les lignes directrices du CNRC en matière de résilience climatique. Plusieurs ministères participent à ces programmes, par exemple :

- **Logement, Infrastructures et Collectivités Canada (LICC) –** Fonds d'atténuation et d'adaptation en matière de catastrophes, Fonds canadien pour les infrastructures liées au logement, Fonds pour les infrastructures naturelles et Fonds pour le transport en commun du Canada
- **Transports Canada –** Programme de l'évaluation des risques liés aux ressources de transport
- **Sécurité publique Canada –** Programme des accords d'aide financière en cas de catastrophe

Les bénéficiaires des programmes sont tenus d'évaluer les risques associés au climat et de prendre des mesures pour les atténuer en se fiant sur les meilleures données disponibles ainsi

que sur les recherches, les lignes directrices et les normes connexes. L'inclusion de telles exigences montre que l'État adhère de plus en plus aux résultats issus des initiatives de résilience climatique. L'Incitatif à la réduction des risques de catastrophe des Accords d'aide financière en cas de catastrophe de Sécurité publique Canada, notamment, a mis en place des mesures financières pour encourager les provinces et les territoires à ajouter des mesures d'adaptation au climat à leurs projets de reconstruction quand survient une catastrophe.

Adoption par les associations professionnelles en conception, les administrations publiques régionales et l'industrie

L'enquête auprès des parties prenantes indique que les associations professionnelles spécialisées en conception (architectes, ingénieurs/ingénieures et urbanistes), les administrations publiques régionales (provinces, territoires et municipalités) et l'industrie adoptent de plus en plus les lignes directrices, les données et les outils de résilience climatique élaborés par le CNRC. Plus de la moitié (52 %) des personnes qui ont répondu au questionnaire et avaient examiné les guides se rapportant à leur organisation en avaient utilisé au moins un. Les documents Nature-based infrastructure for coastal flood and erosion risk management: a Canadian design guide et Guide for design of flood-resistant buildings, tous les 2 en anglais seulement, figurent parmi les plus consultés (71 % et 65 %, respectivement).

La plupart des personnes qui s'en sont servies les jugent très ou modérément utiles et pratiques. Certaines ont déclaré que ces guides avaient enrichi leurs connaissances techniques, donné plus de rigueur à la conception et facilité la sélection des matériaux, de même que contribué à la formation, à l'acquisition de nouvelles compétences et à la mobilisation de la clientèle. D'autres ont déploré que les lignes directrices soient aussi techniques, car cela pourrait en restreindre l'usage par les profanes. Parmi les personnes qui n'avaient pas utilisé les guides, la raison qui revenait le plus souvent était qu'elles en ignoraient l'existence.

Selon 41 % des personnes sondées, les lignes directrices, les données et les outils de résilience climatique que le CNRC a mis à la disposition du public au moyen des plateformes nationales en ligne étaient pertinents pour leur organisation et elles en avaient utilisé au moins un. Parmi ces dernières, 68 % qualifiaient la documentation de très utile, le reste n'estimant son utilité que modérée. On convient que les outils et les plateformes en question procurent des données précises sur le climat, facilitent l'adhésion aux codes et font autorité dans l'exercice d'une profession. Parmi les personnes interrogées qui n'avaient pas exploité ces outils, 94 % ont expliqué en ignorer l'existence et 6 % ont signalé avoir employé un autre outil similaire.

Bien que l'on estime les guides et les plateformes en ligne d'une grande efficacité, le principal obstacle à une adoption plus générale reste que l'on les connaît peu. Certaines parties prenantes croient que les guides et les outils de résilience climatique profiteraient d'être identifiés plus clairement auprès des personnes à qui ils sont destinés en vue d'en rehausser l'adoption et l'accessibilité. Même si maintes ressources du CNRC sur la résilience aux

changements climatiques précisent l'auditoire visé, leur spécificité varie. Par exemple, le Guide national sur les incendies en milieu périurbain (2021) indique être destiné aux praticiennes et praticiens qualifiés qui connaissent les feux de forêt, tandis que le document Climate Resilience Buildings: Guideline for management of overheating risk in residential buildings (2021) (en anglais seulement) cite comme public principal les promoteurs de projets immobiliers, les architectes, les modélisateurs et modélisatrices ainsi que les ingénieurs et ingénieures en systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation.

Il faudra du temps pour faire connaître que les lignes directrices, les données et les outils de résilience climatique à la grandeur des administrations publiques, de l'industrie et des professions spécialisées en conception. Pour atteindre l'objectif de 2030 que s'est fixé la SNA (soit que 80 % des organisations publiques et municipales intègrent l'adaptation au climat à leurs processus décisionnels), l'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques devra prioriser la mobilisation des connaissances et un rayonnement mieux ciblé.

3.3 Contribution aux normes, aux devis et aux codes

Grâce aux initiatives de résilience climatique, le CNRC a contribué à faire progresser l'adaptation aux changements climatiques dans les normes, les devis et les codes canadiens. L'adoption des normes de résilience climatique qui s'appuient sur les données du CNRC avance. Les administrations fédérales, provinciales et territoriales figurent parmi les utilisateurs de la première heure, l'industrie peinant derrière avec une mise en œuvre limitée.

Normes

L'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base a permis d'actualiser 7 normes, de la norme CSA W200 (Conception des systèmes de biorétention) de 2018 à la norme CSA A123.26 (Exigences de performance pour la résilience climatique des systèmes de toiture à membrane à faible pente) de 2021. L'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques qui l'a suivie a entraîné l'actualisation de 6 normes, allant de la norme CSA S7 (Lignes directrices pour la conception de ponts pour les piétons, les cyclistes et à usages multiples) de 2023 à la série de normes CSA A440 sur la fenestration (2024, mise à jour en 2026). L'annexe C en dresse la liste complète.

Adoption des normes appuyées par le CNRC

L'adoption des normes de résilience climatique que soutient le CNRC fait son chemin parmi les parties prenantes. Ainsi, parmi les parties prenantes sondées qui jugeaient ces normes pertinentes pour leur travail, 60 % en avaient appliquée au moins une et le même pourcentage les qualifiaient de très efficaces, le reste se contentant de dire qu'elles l'étaient modérément. Les personnes qui se sont servies des normes les qualifient de claires, pertinentes et pratiques et estiment qu'elles facilitent la conception en fonction de la résilience climatique au Canada

comme aux États-Unis. Ces normes ont été appliquées à la construction de ponts, à la rénovation d'immeubles et aux systèmes de vitrage. Elles ont aussi étayé les normes et les codes internationaux élaborés par diverses organisations comme l'American Society of Civil Engineers et l'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

Selon les parties prenantes, ces normes appuient la prise de décisions, l'innovation et la création de produits en fournissant des précisions sur le coût du cycle de vie et sur la performance des matériaux. On insiste sur la nécessité d'en poursuivre l'actualisation afin d'en préserver l'utilité. Les personnes sondées qui avaient indiqué ne pas utiliser les normes mentionnent comme principaux obstacles l'ignorance de leur existence (83 %) et un coût élevé (17 %), soit entre 180 $ et 400 $ par document.

Aux échelons provincial, territorial et municipal, de nouvelles données indiquent que les propriétaires de biens et les décideurs commencent à mettre en œuvre les mesures de résilience climatique, même si les capacités et les approches varient selon l'emplacement. De petites agglomérations comme Lytton, en Colombie-Britannique, échafaudent des plans afin de rendre leur communauté plus résiliente. De leur côté, les municipalités de plus grande envergure intègrent l'adaptation au climat à leurs normes en conception et à leurs pratiques en construction. La norme verte de Toronto (en anglais) l'illustre bien. Après la mise à jour du Code national du bâtiment du Canada, en 2025, plusieurs provinces, territoires et municipalités ont sollicité les conseils et l'expertise du CNRC pour intégrer les données sur le futur climat à leur planification.

Les parties prenantes rapportent que l'industrie canadienne de la construction adopte relativement peu les normes de résilience climatique. Bien que quelques entreprises de fabrication les appliquent, la majorité des constructeurs continuent à suivre les exigences minimales du code, préférant souvent accorder la priorité à de faibles coûts initiaux plutôt qu'aux mesures de résilience. Pour amener l'industrie à changer d'attitude, les parties prenantes préconisent des incitatifs financiers pour les entreprises de fabrication et les entrepreneurs en construction, une claire démonstration des avantages financiers à long terme associés à l'application des normes, l'intégration de celles-ci à la réglementation locale ainsi que l'application obligatoire des normes de résilience climatique aux actifs du gouvernement fédéral.

Devis et codes

Les initiatives de résilience climatique du CNRC enrichissent le bagage scientifique à la base des devis et des codes en construction. En effet, les résultats de ces recherches viennent en aide à l'équipe technique responsable du Devis directeur national de la construction au Canada et aux comités techniques du Comité canadien de l'harmonisation des codes de construction chargés d'actualiser le contenu des devis et des codes nationaux qui régissent les édifices et les infrastructures.

Les recherches du CNRC sur la résilience aux changements climatiques ont étayé de multiples mises à jour du Devis directeur national de la construction au Canada en 2018, en

2022, en 2023, en 2024 et en 2025. Ces mises à jour favorisent un cadre cohérent aux documents de construction relatifs à des projets particuliers et contribuent à la qualité, à l'exactitude et à l'efficacité de la spécification des matériaux, des méthodes et des techniques destinés aux projets des secteurs public et privé.

Les travaux réalisés dans le cadre de l'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base ont permis d'actualiser les codes modèles nationaux que voici :

- Code canadien sur le calcul des ponts routiers de 2019, y compris les modifications visant à rendre les infrastructures plus résilientes;
- Code national du bâtiment du Canada de 2020, notamment la mise à jour des données sur le vent, de nouvelles dispositions relatives au poids de la neige sur les toitures, l'actualisation des normes citées, les lignes directrices sur une meilleure durabilité et les dispositions autorisant la construction de bâtiments plus hauts en bois;
- Code canadien de l'électricité de 2021, avec de nouvelles exigences pour les installations électriques susceptibles d'être endommagées à la suite d'une inondation.

Les recherches entreprises en vertu de l'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques ont pour leur part enrichi la nouvelle version du Code canadien sur le calcul des ponts routiers comme suit :

- en y intégrant les données sur le climat futur de l'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base, ce qui en a fait la première norme canadienne en conception des infrastructures à ajouter la modélisation prévisionnelle du climat aux contraintes techniques;
- en modernisant les méthodes hydrologiques et hydrauliques;
- en introduisant une nouvelle méthode de conception de la vie utile pour prolonger la durée des ponts, réduire le coût de leur réfection et minimiser leur fermeture pour les motifs de conditions météorologiques extrêmes, d'inondation, d'affouillement ou de feu de forêt;
- en y ajoutant de nouvelles dispositions sur la corrosion.

D'autre part, les recherches entreprises dans le cadre de l'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques ont permis d'actualiser comme suit le Code national du bâtiment du Canada, en 2025 :

- en incorporant les données du CNRC sur le climat des 50 prochaines années, une innovation mondiale, car ce code modèle national est devenu le premier de la planète à ajouter l'adaptation au climat à ses exigences;
- en ajoutant un comité des codes modèles nationaux sur l'adaptation aux changements climatiques au Comité canadien de l'harmonisation des codes de construction pour qu'il

établisse les exigences visant à rendre les bâtiments plus résistants aux chaleurs extrêmes, aux inondations, à la fonte du pergélisol et aux vents très violents.

3.4 Soutien de l’innovation en entreprise

Bien que l’innovation en entreprise ne figure pas au nombre de leurs principaux objectifs, les initiatives de résilience climatique alimentent celle-ci en autorisant l’attestation des produits de construction en fonction de leur adaptation au climat.

Les initiatives de résilience climatique avaient pour buts principaux la recherche ainsi que la production de lignes directrices et d’outils qui devaient faciliter l’intégration des mesures d’adaptation au climat aux méthodes de conception, de même que l’élaboration de normes et de codes. Quand les mesures d’adaptation deviennent des contraintes réglementaires, les entreprises reçoivent des signaux plus clairs et prévisibles qui les incitent à innover, ce qui stimule le progrès technique. Les entreprises sont enclines à mettre au point de nouveaux produits, procédés et services afin de se conformer plus efficacement à la réglementation ou d’acquérir un avantage sur la concurrence.

Pour alimenter l’innovation en entreprise, l’Initiative sur l’environnement bâti résilient aux changements climatiques établit des lignes directrices techniques sur l’évaluation des produits de construction résilients aux changements climatiques avec la collaboration du Centre canadien de matériaux de construction. En 2023-2024, ces collaborateurs ont entrepris l’élaboration d’un projet pilote pour évaluer les produits adaptés au climat. Le projet pilote précisera les protocoles expérimentaux et les exigences applicables aux matériaux et aux systèmes résilients aux changements climatiques en vue d’ajouter la certification en résilience climatique aux services que procure le Centre. Les vents violents et les feux de forêt constituent les premiers risques pour lesquels on évaluera les allégations de résilience associées aux produits de construction. En fixant des critères clairs, le projet réduira l’incertitude, intensifiera l’innovation, promouvra le respect des codes et amènera les municipalités et les communautés autochtones du Canada à se montrer plus confiantes envers le marché.

L’Initiative sur l’environnement bâti résilient aux changements climatiques a aussi tissé des liens avec le Programme d’aide à la recherche industrielle du CNRC (PARI CNRC) en partageant la documentation sur l’adaptation au climat avec les entreprises de fabrication et les organisations industrielles pour les sensibiliser et pour identifier les partenaires susceptibles de vouloir s’attaquer à l’adaptation des immeubles ou des infrastructures. Une coordination de ce genre rapproche les résultats des recherches du CNRC des entreprises qui aimeraient valider de nouvelles technologies ou intégrer la résilience climatique à leurs produits et services.

Unité de sécurité incendie

L'expertise de l'unité de sécurité incendie en recherche, en expérimentation et en techniques a contribué à étayer la conception du bois d'œuvre massif, la résistance au feu des zones périurbaines et les pratiques en sécurité incendie. Ses travaux ont rendu les collectivités et les bâtiments plus résilients au feu en milieu périurbain, ont illustré la résistance au feu et la stabilité structurale du bois d'œuvre massif, ont amélioré la planification des évacuations et ont posé les fondements d'outils numériques en sécurité incendie pour l'environnement bâti. Ces contributions ont influé sur les lignes directrices, les normes et les codes de même que facilité l'adoption de pratiques de construction durables et résistantes au feu. L'Unité devrait cependant accentuer ses activités de rayonnement et multiplier ses partenariats afin que l'on adopte ses outils et ses ressources davantage.

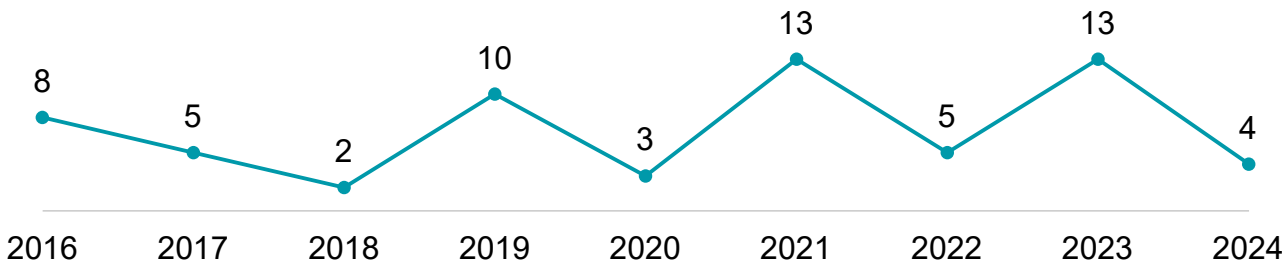
L'efficacité de l'unité de sécurité incendie a été évaluée d'après le nombre d'articles publiés, ses contributions aux lignes directrices, aux normes et aux codes, les progrès réalisés sur le plan des matériaux durables résistants au feu et des outils numériques, ainsi qu'en fonction de ses partenariats, ses collaborations et des activités de mobilisation.

3.5 Publications dans les revues à comité de lecture

L'unité de sécurité incendie a publié considérablement d'articles dans les revues à comité de lecture dans son domaine de spécialisation. Ainsi, elle occupe la 2e place parmi les organisations canadiennes qui ont le plus publié sur la recherche en sécurité incendie. À 1,61, son FIPD dépasse nettement le FIPD mondial moyen, signe que plusieurs de ses articles ont été énormément cités.

Entre 2016 et 2024, l'unité de sécurité incendie a publié 63 articles dans des revues à comité de lecture. Depuis 2019, le nombre de nouveaux articles emprunte un cycle semestriel qui illustre l'écart de 2 ans typique entre le début des recherches et la diffusion des résultats (voir la Figure 3).

Figure 3. Nombre de publications dans les revues à comité de lecture, de 2016 à 2024



Source : Rapport bibliométrique des Services d'intelligence et analytique du CNRC pour 2016-2024

De toutes les organisations canadiennes, le CNRC est celle qui a publié le plus d'articles sur la sécurité incendie dans l'environnement bâti après l'Université de l'Alberta (voir le Tableau 11), signe que l'unité de sécurité incendie se range parmi les principaux contributeurs du Canada à la recherche dans cette discipline.

Tableau 11. Organisations canadiennes qui ont publié le plus d'articles sur la sécurité incendie dans l'environnement bâti entre 2016 et 2024‡‡

Organisation	Nombre de publications
Université de l'Alberta	49
Unité de sécurité incendie du CNRC	**40**
Université York	33
Université de la Colombie-Britannique	32
Ressources naturelles Canada	30
Université Lakehead	30
Université Laval	30
Université Carleton	29
Université de Toronto	21
FPInnovations	18

Source : Rapport bibliométrique des Services d'intelligence et analytique du CNRC pour 2016-2024

Malgré le grand nombre d'articles publiés, l'Unité a pour principal objectif d'aider l'industrie à mettre au point des systèmes novateurs de protection contre le feu et à atténuer les risques connexes. Elle doit aussi procurer les données techniques essentielles à la conception de bâtiments à l'épreuve des incendies. Habituellement, ce travail débouche sur des rapports exclusifs pour la clientèle, des rapports sur les collaborations internationales et des lignes directrices, plutôt que des articles destinés aux revues à comité de lecture.

Les articles de l'Unité obtiennent un FIPD de 1,61, ce qui dépasse nettement la moyenne mondiale (1,0). On le doit en partie au fait que ces articles ont été publiés dans des revues à FIPD très élevé (de 6,48 à 15,1 pour 4 d'entre elles).

L'article intitulé Employing the hydraulic model in assessing emergency movement (2016) (en anglais seulement), par exemple, avait enregistré un FIPD de 15,1 (on l'avait cité 73 fois) au

‡‡ Pour comparer le nombre d'articles publiés par l'Unité de sécurité incendie à celui d'autres organisations analogues au pays, on a créé des jeux de données à partir des mots-clés jugés les plus pertinents en sécurité incendie dans l'environnement bâti. Plus de détail à l'annexe A.

moment de l'évaluation. Publié sous forme de chapitre dans le manuel sur l'ingénierie en sécurité incendie de la Society of Fire Protection Engineers (en anglais seulement), l'article s'inspirait des techniques de modélisation du génie, de la science de la sécurité et du comportement humain, ce qui en a élargi l'intérêt à de nombreux groupes de recherche. Face à la multiplication des feux de forêt et au vieillissement de la population, sa pertinence s'est avérée d'autant plus grande qu'il se concentrait sur les évacuations d'urgence et les groupes démographiques selon l'âge.

3.6 Contribution aux guides

Les recherches, les essais et le savoir-faire technique de l'unité de sécurité incendie ont contribué à l'élaboration de 6 guides nationaux dans le même domaine. Les parties prenantes ont vivement apprécié ces guides en raison de leur contenu à la fois technique et pratique. Cela dit, étant relativement peu connus hors des personnes qui les utilisent, on en conclut qu'il faudrait les promouvoir davantage afin d'en accroître l'adoption.

Avec ses articles scientifiques, ses essais sur les matériaux et leur évaluation ainsi que les lignes directrices établies par les comités et les groupes de travail auxquels elle participe, l'unité de sécurité incendie a contribué à l'élaboration de 6 guides dans cette discipline. En voici les principaux, qui portaient sur la sécurité incendie des constructions en bois d'œuvre massif et la résistance aux feux de forêt (voir la liste complète à l'annexe D) :

- Manuel canadien sur le CLT (PDF) (2019);
- Guide national sur les incendies en milieu périurbain (PDF) (2021);
- Guide technique pour la conception et la construction de bâtiments en bois de grande hauteur au Canada (PDF) (2022).

Parmi les parties prenantes interrogées qui avaient examiné les guides pertinents à leur organisation, 71 % ont rapporté en avoir utilisé au moins un. Les plus utilisés étaient les suivants :

- **Manuel canadien sur le CLT –** 94 % des parties prenantes ont déclaré s'en servir. Elles en ont souligné l'utilité pratique pour le bois lamellé-croisé (CLT), sa vaste reconnaissance et adoption par les secteurs de la conception, de la réglementation et de la construction au Canada, de même que son influence sur le manuel correspondant publié aux États-Unis.
- **Guide technique pour la conception et la construction de bâtiments en bois de grande hauteur au Canada –** 90 % des parties prenantes concernées l'utilisent et l'apprécient parce qu'il oriente techniquement la conception et la construction des bâtiments en bois d'œuvre massif et encourage l'usage du bois d'ingénierie dans l'industrie canadienne de la construction.

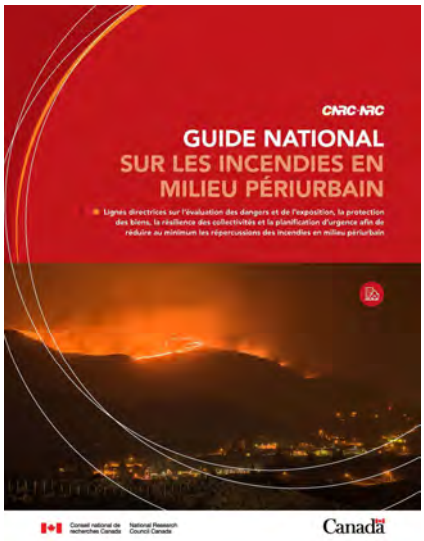
Selon les parties prenantes, la principale raison pour laquelle on n'exploite pas ce guide davantage est que l'on en ignore l'existence. Pour en accroître l'utilisation, on pourrait donc mieux le promouvoir et le diffuser.

Étude de cas : Guide national sur les incendies en milieu périurbain

Pour créer ce guide, qui formule des recommandations pour réduire les dommages et les pertes résultant de l'intensité des feux dans les zones périurbaines, l'unité de sécurité incendie a mis sur pied un réseau international de spécialistes. Bien que l'application du guide soit facultative, plusieurs municipalités suivent les recommandations. Convertir le guide en norme nationale pourrait en accroître nettement l'usage et l'adoption au pays.

Élaboration et reconnaissance

Face au risque grandissant des feux incontrôlés qu'engendrent les changements climatiques, 12 scientifiques de l'unité de sécurité incendie amorçaient des recherches sur la résistance à de tels incendies en 2016. En 2018, ils réunissaient des spécialistes du gouvernement, du milieu universitaire, de l'industrie et des services d'urgence pour former le comité technique international chargé de rédiger un guide national sur les incendies en milieu périurbain. L'initiative a donné lieu à une collaboration inédite des parties prenantes de différents secteurs qui n'avaient encore jamais coopéré entre elles.



Guide national sur les incendies en milieu périurbain

Publié en 2021, le guide est le premier en son genre au Canada. S'appuyant sur les recherches, les codes, les normes et les guides du Canada et de l'étranger, il formule des recommandations précises pour évaluer les risques, aménager la végétation, construire des bâtiments résistants au feu, planifier les mesures d'urgence et sensibiliser la population. Le guide a bénéficié d'une vaste promotion grâce à sa présentation dans d'importants colloques et forums, dont la conférence annuelle de la Society of Fire Protection Engineers et la table intergouvernementale sur les risques de feux de forêt de Ressources naturelles Canada (RNCan). Depuis août 2025, le guide à été téléchargé plus de 10 000 fois sur le site Web du CNRC.

Selon une analyse d'impact réalisée par l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques en 2021, l'application des recommandations que renferme le guide à la grandeur du pays permettrait d'économiser jusqu'à 500 milliards de dollars en pertes, de sauver 2 300 vies et de créer 19 000 emplois à long terme sur 10 ans.

Noureddine Bénichou (Ph. D.), qui a piloté la création du guide, a été louangé pour ses efforts tant au pays qu'à l'étranger. L'International Forum of Fire Research Directors lui a notamment décerné le prix Sjölin en 2021, tandis que l'Association canadienne des chefs de pompiers lui a remis son prix de la recherche sur le feu en 2022. L'impact potentiel du guide s'est accentué en 2023 lorsque M. Bénichou a reçu un prix d'excellence de la fonction publique (excellence en profession).

Adoption et application

D'importantes organisations comme Intelli-feu Canada, le Centre interservices des feux de forêt du Canada et l'Association canadienne des chefs de pompiers ont cité le guide. Intelli-feu Canada s'est inspiré des recommandations du guide pour publier Wildfire-Resilience Best-Practice Checklist for Home Construction, Renovation and Landscaping (PDF) (en anglais seulement). Les mêmes recommandations sont à l'origine du programme Development Design Approval (PDF) (en anglais seulement) de l'Association canadienne des chefs de pompiers. Parmi les parties prenantes de l'industrie, du gouvernement et des services de gestion des urgences interrogées, 62 % connaissaient le guide et 61 % de celles-ci s'en servaient. Selon les personnes qui l'utilisent, le guide facilite l'évaluation des risques d'incendie, aide les collectivités à s'y préparer et réduit la probabilité que le feu se propage aux bâtiments.

Bien que ses recommandations restent facultatives, plusieurs communautés les ont intégrées à leurs travaux de reconstruction et d'aménagement. En voici quelques exemples :

- **Lytton, Colombie-Britannique.** La municipalité a consulté les scientifiques de l'unité de sécurité incendie au sujet de la conception de bâtiments résistants au feu après qu'un feu de forêt s'est déclaré en 2021. Par la suite, ce village a modifié un règlement municipal selon les recommandations du guide, mais l'application de ces dernières est devenue facultative en 2023 quand la municipalité a décidé de ne pas adopter le règlement municipal n° 730 modifiant le règlement sur la construction. Au début de 2025, des entrepreneurs en construction avaient rebâti au moins une habitation conformément au guide national et aux listes de vérification d'Intelli-feu Canada.
- **Bande indienne Kanaka Bar (T'eqt'aqtn'mux), Colombie-Britannique.** Elle a cherché conseil auprès des scientifiques de l'unité de sécurité incendie concernant la conception des bâtiments résistants au feu consécutivement au feu de forêt qui a ravagé Kookipi Creek en 2023.
- **Jasper, Alberta.** À la suite de l'incendie de 2024, la municipalité s'est adressée aux scientifiques de l'unité de sécurité incendie pour dresser un plan de reconstruction qui tiendrait compte de la résistance aux feux de forêt. Jasper et Parcs Canada ont

actualisé leurs projets de réduction des risques d'incendie de forêt et restauration et leur Guide de reconstruction et politiques de développement pour y inclure les mesures de sécurité et de résilience aux feux de forêt recommandées dans le guide.

Orientations futures

Les parties prenantes jugent le Guide sur les incendies en milieu périurbain crédible et techniquement valable. Elles ont ajouté que, par sa réputation, le CNRC avait contribué au renforcement de la résilience aux feux de forêt dans la liste des priorités nationales. Par ailleurs, elles ont cerné ce qui entravait une adoption plus générale du guide, notamment sa longueur et sa complexité, les coûts élevés en matériaux, l'absence de mesures encourageant l'usage de matériaux résistants au feu du côté des assurances et la faible harmonisation des codes ainsi que des règlements provinciaux et municipaux. Les parties prenantes préconisent qu'à l'avenir, le CNRC facilite l'adoption des recommandations du guide en proposant des lignes directrices plus simples, applicables par étapes, de la documentation propre au sujet, des aides visuelles et des diagrammes d'assemblage ainsi qu'une liste des matériaux adaptés aux zones périurbaines et des outils pour former les urbanistes et les entrepreneurs en construction.

Pour accentuer l'adoption des recommandations, l'unité de sécurité incendie collabore avec le Conseil canadien des normes à l'élaboration de 2 normes nationales et d'un guide supplémentaire s'appuyant sur le Guide sur les incendies en milieu périurbain. La conversion du guide en norme devrait aboutir à une meilleure cohérence, crédibilité et rentabilité par l'harmonisation des exigences entre les compétences concernées.

3.7 Contribution aux normes et aux codes

L'unité de sécurité incendie a contribué à forger les normes nationales et internationales en sécurité incendie par ses recherches et ses essais, qui ont guidé la création ou la révision de plus de 30 normes ainsi que 3 éditions des codes modèles nationaux du Canada. Bien que leur adoption s'accentue au sein des gouvernements et de l'industrie, on devra mieux faire connaître ces normes pour amener les parties prenantes à les adopter davantage.

Normes

Pendant la période d'évaluation, les recherches et les essais de l'unité de sécurité incendie ont servi à documenter des normes nationales et internationales, notamment celles qui suivent.

- **Normes de la National Fire Protection Association (2024-2026).** Les recherches et essais de l'Unité ont étayé la révision de 10 normes sur la protection contre le feu, le contrôle des fumées et la lutte contre les feux de végétation, de même qu'un code sur la construction et la sécurité.

- **Organisation internationale de normalisation (ISO) (2015-2024).** Les données scientifiques et les travaux de modélisation de l'Unité ont exercé une influence sur 9 normes et 6 devis techniques en ingénierie de la sécurité incendie, validation de la modélisation des feux, protection de la vie humaine et analyse des gaz toxiques.
- **American National Standards Institute et APA – The Engineered Wood Association (ANSI/APA) PRG 320-2019: Standard for Performance-Rated Cross-Laminated Timber (2019) (en anglais seulement).** Toutes les normes nord-américaines sur le bois lamellé-croisé (CLT) se sont inspirées des recherches et des essais de combustion sur la performance du CLT et des adhésifs servant à sa production.
- **Normes de l'Association canadienne de normalisation (CSA) (2019-2024).** L'Unité a réalisé des recherches et des essais sur le bois d'œuvre massif, la résistance au feu des polymères renforcés de fibres de verre et les systèmes photovoltaïques intégrés aux bâtiments, ce qui a mené à la création ou à la révision de 4 normes.
- **Normes du Conseil canadien des normes et des Laboratoires des assureurs du Canada (CAN/ULC).** Les essais de l'Unité ont étayé le développement de 8 normes et de la série 500 de normes relatives aux protocoles d'expérimentation sur la combustion et les systèmes de suppression du feu pour le bois d'œuvre massif.

Dans l'ensemble, 65 % des parties prenantes interrogées sur les normes qui se rapportaient à leur organisation affirmaient s'en servir. La norme CAN/ULC-S146 (Méthode d'essai normalisée pour l'évaluation des matériaux d'encapsulation et les assemblages de matériaux aux fins de la protection des éléments de bois de charpente) est la plus utilisée, 88 % des personnes pertinentes sondées ayant déclaré s'en servir. Selon elles, la norme facilite la conception et le choix des matériaux, et favorise un usage accru du bois dans les constructions canadiennes. Les parties prenantes qui n'utilisaient pas la norme donnent pour explication principale qu'elles en ignoraient l'existence. Une personne a avoué ne pas y recourir parce que son application n'était pas obligatoire.

Codes

D'après le comité d'examen par des pairs, les recherches et les essais de l'unité de sécurité incendie ont influé sur l'élaboration des codes modèles nationaux, et les comités tant canadiens qu'étrangers responsables de leur réalisation sollicitent beaucoup son expertise. Ainsi, l'Unité a contribué à des révisions majeures du Code national du bâtiment du Canada et du Code national de prévention des incendies du Canada en 2015, en 2020 et en 2025. Ses principales contributions ont trait à l'éclaircissement des dispositions en sécurité incendie sur les plans de l'accessibilité et des voies d'évacuation uniques. L'Unité a aussi appuyé l'introduction du CBOME, étayé les amendements qui ont autorisé la construction d'immeubles en bois allant jusqu'à 12 étages (les constructions de 18 étages sont à l'étude pour l'édition des codes modèles nationaux de 2030) et accru la sécurité des pompiers et pompières grâce à de meilleures mesures de protection dans les situations dangereuses.

Parmi les membres des ministères fédéraux, des administrations régionales et de l'industrie interrogés, 62 % ont signalé utiliser les nouvelles dispositions du Code national du bâtiment du Canada en sécurité incendie en expliquant qu'elles présentaient de nouveaux éclaircissements. Les parties prenantes qui ne recouraient pas aux nouvelles dispositions l'ont justifié en déclarant qu'elles en ignoraient l'existence.

Enfin, l'unité de sécurité incendie a participé à plus de 30 comités, groupes de travail et commissions du Canada et de l'étranger responsables des normes et des codes sur des questions se rapportant à la sécurité incendie, au bois d'œuvre massif et aux feux de forêt, preuve que l'Unité joue un rôle déterminant en étayant les normes et les codes au pays et que son leadership dans le monde fait progresser les constructions en bois d'œuvre massif résistantes au feu de même que la recherche sur les incendies dans les zones périurbaines.

3.8 Contributions au niveau des matériaux durables résistants au feu : bois d'œuvre massif

Les recherches et les essais de l'unité de sécurité incendie ont enrichi nos connaissances sur la résistance au feu et la stabilité structurale du bois d'œuvre massif, ce qui a permis de transformer un matériau de construction que l'on jugeait autrefois inapproprié en un matériau fiable et conforme au code. Malgré cela, l'usage du bois d'œuvre massif résistant au feu pourrait faire l'objet d'une meilleure promotion.

Le bois d'œuvre massif est un matériau durable constitué de lamelles de bois liées pour former de robustes panneaux destinés à un usage structural. Il présente de sérieux avantages sur les plans de l'environnement et de l'économie. Inflammable, ce matériau est toutefois sensible à l'humidité et on l'associe à des coûts d'assurance plus élevés, faute de données sur son rendement à long terme.

Avant 2005, le bois d'œuvre massif n'était pas considéré comme un matériau de construction viable au Canada. Comme les codes modèles nationaux de 2005 ont introduit des objectifs de rendement fondés sur la performance, on disposait d'une plus grande latitude pour en satisfaire les exigences, ce qui a conduit à l'inclusion du bois lamellé-collé et a ajouté le bois d'œuvre massif aux matériaux de construction envisageables.

Pour faciliter l'adoption de matériaux de construction plus sûrs et plus durables, l'unité de sécurité incendie a entrepris des recherches et mené des essais de combustion à grande échelle qui ont confirmé la résistance du bois d'œuvre massif au feu. Elle en a ainsi prouvé la stabilité structurale, le risque minime de réignition à partir des couches carbonisées et une force portante supérieure à celle des matériaux de construction usuels.



Plus léger que le béton ou l'acier, le bois d'œuvre massif engendre moins de déchets, se recycle plus facilement, libère moins de dioxyde de carbone (CO2) durant sa fabrication, capte et emmagasine le CO2 et accélère la construction grâce aux éléments préfabriqués.[5]

Les recherches et les essais sur le feu réalisés par l'unité de sécurité incendie ont engendré des données qui ont largement contribué à prouver la résistance au feu du bois d'œuvre massif. En voici quelques exemples :

- Des essais à grande échelle sur la résistance au feu des compartiments en bois d'œuvre massif dans des conditions inhabituelles, en l'absence d'extincteurs automatiques et sans l'intervention de pompiers et pompières, ont étayé les modifications apportées au Code national du bâtiment du Canada de 2020, ce qui a autorisé la construction d'immeubles de 12 étages au lieu de 6.
- Les essais sur le bois d'œuvre massif entièrement encapsulé, dont le CLT, le bois lamellé-cloué et le bois lamellé-collé, ont prouvé que l'encapsulation, quand elle est totale, étouffe le feu et met un terme à la combustion.
- Les essais sur le bois partiellement encapsulé qui avaient révélé les problèmes de performance de l'adhésif dans les premiers produits de bois lamellé-croisé ont entraîné une révision de la norme ANSI/APA PRG 320.
- Les essais sur le bois lamellé-cloué dont une grande surface est exposée ont révélé le déclin du feu et la fin de la combustion comme dans les tests similaires sur le comportement du feu réalisés avec les matériaux incombustibles destinés aux constructions résidentielles.

Ces travaux, menés par Joseph Su (Ph. D.), ont été reconnus tant au Canada qu'à l'étranger, ce qui, en 2019, a valu au chercheur la médaille de la Fire Protection Research Foundation, organe indépendant de la National Fire Protection Association. Le scientifique a aussi été récompensé par le prix Interflam 2019 du meilleur article au colloque Interflam, alors que la gouverneure générale du Canada l'a décoré de la Médaille du couronnement du roi Charles III en 2025.

Les recherches et les essais de l'unité de sécurité incendie ont également étayé d'importantes modifications à divers codes, au Canada comme à l'étranger.

- Code national du bâtiment du Canada de 2015 : Autorisation d'utiliser le bois d'œuvre massif encapsulé dans les immeubles résidentiels d'un maximum de 6 étages.
- Code national du bâtiment du Canada de 2020 : Extension de l'usage du bois d'œuvre massif encapsulé aux immeubles résidentiels allant jusqu'à 12 étages.
- Code national du bâtiment du Canada et Code national de prévention des incendies du Canada de 2025 : Nouvelle extension de l'usage du bois d'œuvre massif encapsulé pour la construction des immeubles de 12 étages, usage autorisé dans les bâtiments

publics et industriels de taille moyenne, autorisation de l'exposition d'une plus grande surface du bois d'œuvre massif, introduction de nouvelles méthodes d'encapsulation et de sécurité incendie fondées sur le rendement, renforcement de la sécurité dans les conditions dangereuses

- International Building Code de 2021 (États-Unis) : Autorisation de l'usage du bois d'œuvre massif encapsulé dans les immeubles d'un maximum de 18 étages
- International Building Code de 2024 : Autorisation d'exposer les plafonds et les poutres en bois, divers degrés d'exposition du bois d'œuvre massif autorisés dans les immeubles de 12 étages
- Code national du bâtiment de 2023 de l'Alberta : Autorisation d'utiliser le bois d'œuvre massif encapsulé dans les immeubles d'un maximum de 12 étages
- Code du bâtiment de 2024 de la Colombie-Britannique : Autorisation d'utiliser le bois d'œuvre massif encapsulé dans les immeubles d'un maximum de 18 étages
- Codes du bâtiment de 2025 du Québec et de l'Ontario : Autorisation d'utiliser le bois d'œuvre massif encapsulé dans les immeubles d'un maximum de 18 étages

Adoption et retombées

Presque tous les membres de l'industrie questionnés (89 %) et tous les membres du gouvernement (100 %) étaient au courant des essais réalisés par l'Unité sur le bois d'œuvre massif. Les entreprises qui fabriquent ce type de bois ont convenu que les essais ont exercé une influence sur leurs méthodes de production et amélioré leur compétitivité, ajoutant qu'ils ont aussi rendu les bâtiments plus sûrs et accru la confiance de la population dans le bois d'œuvre massif, au point que l'on y recourt maintenant davantage.

Les membres de l'industrie sondés qui ont signalé utiliser le bois d'œuvre massif dans leurs projets de construction ont tous admis que les essais de l'Unité les ont rendus plus confiants dans leurs efforts pour se conformer au code et ont accru leur compétitivité. Par ailleurs, 71 % estimaient que ces essais avaient incité leur organisation à retenir le bois d'œuvre massif plutôt que d'autres matériaux. Les parties prenantes de l'administration publique interrogées qui avaient intégré le bois d'œuvre massif à leurs projets ont aussi toutes convenu que ces essais leur avaient donné plus confiance dans la conformité du matériau au code, leur avaient permis de mieux comprendre les considérations relatives à la sécurité incendie et les avaient aidées à considérer le bois d'œuvre massif comme un matériau sécuritaire et durable.

Les parties prenantes ont ajouté que les essais de l'Unité rehaussent la compétitivité de l'industrie canadienne de la construction, étayent les normes et les codes internationaux, influent sur la conception des bâtiments à l'échelle mondiale et promeuvent des pratiques plus sécuritaires lors de la pose des éléments en bois d'œuvre massif. Les membres du personnel comme les parties prenantes s'entendent pour dire que la démonstration de la résistance du bois d'œuvre massif au feu constitue la plus importante réalisation de l'Unité.

« Établir la résistance au feu [des structures en bois d'œuvre massif] … a eu une incidence capitale sur notre organisation et sur le succès qu'elle a remporté au sein de l'industrie canadienne du bois d'œuvre massif. »

—Une partie prenante de l'extérieur

Selon les rapports sur le marché, les modifications apportées aux codes national et provinciaux du bâtiment consécutivement aux recherches et aux essais de l'Unité ont accéléré l'adoption du bois d'œuvre massif dans le secteur canadien de la construction. Depuis 2016, on a construit au-delà de 1 500 immeubles de taille moyenne et plus de 400 grands immeubles avec ce matériau. En voici 2 exemples[6] :

- Brock Commons à l'Université de la Colombie-Britannique (18 étages) : un des plus hauts immeubles en bois d'œuvre massif au monde[7]
- Academic Wood Tower à l'Université de Toronto (14 étages)

Bien que l'unité de sécurité incendie ait enregistré d'importants progrès dans la recherche sur le bois d'œuvre massif et sa résistance au feu, les parties prenantes estiment que l'on pourrait améliorer plusieurs aspects, dont ceux qui suivent.

- Il faudrait élargir la recherche et les essais à d'autres matériaux durables (p. ex., biomatériaux, béton cellulaire, aluminium et acier verts), aux constructions modulaires ainsi qu'aux propriétés pare-feu et au rendement thermique des connexions en bois d'œuvre massif.
- L'installation d'essai sur le feu du CNRC devrait être modernisée par l'addition d'un système de réduction des fumées qui faciliterait les essais sur les matériaux combustibles.
- La collaboration avec les utilisateurs et utilisatrices finales comme les chefs du service des incendies et les commissaires aux incendies du Canada devrait être resserrée afin que l'on exploite les ressources de façon efficace et pratique.
- Il faudrait investir dans des codes pour le bois d'œuvre massif fondés sur la performance pour dépasser l'objectif actuel qui se résume à en établir la fiabilité.

Les parties prenantes ont également mentionné plusieurs obstacles à une meilleure adoption du bois d'œuvre massif par l'industrie, entre autres le coût élevé des essais, les exigences trop conservatrices au niveau de l'encapsulation, les fortes primes d'assurance et la disponibilité restreinte chez les fournisseurs, surtout en ce qui concerne les matériaux préfabriqués. Selon elles, le financement des essais par le gouvernement, la conception de bâtiments ouverts en collaboration avec l'industrie et l'étiquetage des produits résistants au feu pourraient atténuer ces obstacles et promouvoir un plus grand usage de bois d'œuvre massif résistant au feu au pays.

3.9 Contribution aux outils numériques en sécurité incendie et à la R-D sur les feux de forêt

L'unité de sécurité incendie a mis au point des outils numériques en sécurité incendie avec lesquels on peut prévoir plus facilement les feux de forêt, les surveiller et lutter contre eux au Canada, notamment la plateforme WUI-NITY, à laquelle on a recouru lors des exercices d'évacuation dans 3 collectivités. L'Unité a également conçu des essais, des simulations et des outils d'évaluation novateurs qui aident les collectivités à mieux estimer, atténuer et combattre les risques de feux de forêt.

Outils numériques en sécurité incendie

L'adoption des technologies numériques comme l'internet des objets, l'intelligence artificielle et la modélisation des données du bâtiment dans l'environnement bâti s'accélère partout dans le monde, mais au Canada, le secteur de la construction emboîte le pas avec réticence. Pour rehausser la productivité, l'efficacité et la sécurité, l'unité de sécurité incendie élabore des outils numériques évolués en sécurité incendie qui aideront ce secteur à se moderniser. En voici quelques-uns :

- **Outil de cartographie des risques de feu de forêt.** L'Unité a cartographié les phénomènes météorologiques extrêmes historiques et leurs projections ainsi que le comportement des feux de forêt et les risques qui s'y associent dans la périphérie de 11 villes canadiennes. Ses résultats révèlent que la période des feux de forêt s'allonge, que les conditions climatiques qui leur sont propices se multiplient, que les incendies gagnent en violence et que la demande de ressources pour les combattre s'accroît. Les données issues de la modélisation des projections peuvent aider les communautés concernées à anticiper le risque d'éventuels feux de forêt.
- **Outil de cartographie pour des lignes directrices en construction adaptées à la communauté.** L'Unité a créé un outil de cartographie reposant sur l'emplacement afin d'orienter la construction d'après les risques de feux de forêt, l'exposition à un tel danger et les types de construction recommandés pour plus de 600 endroits mentionnés dans le Code national du bâtiment. Cet outil procure des données sur les risques de feu de forêt propres à certaines communautés au pays selon l'importance des changements climatiques en vue d'aider les entreprises de construction et les décideurs et décideuses.
- **Outil d'évaluation des risques par apprentissage automatique.** L'Unité a conçu un outil d'apprentissage automatique qui recourt aux données sur les anciens incidents et des données expérimentales pour prévoir l'importance des risques et la probabilité d'ignition dans les zones périurbaines. Cet outil tient compte de la masse et de l'étendue des braises, des matériaux de construction et de la force du vent. Il mesure l'effet combiné du rayonnement thermique et de l'ignition par des braises. Les résultats

de plus de 1 000 expériences qui sont en train d'être colligés constitueront une base de données nationale sur la probabilité d'embrasement.

- **Applications d'IA et de télédétection.** L'Unité utilise l'intelligence artificielle et des techniques de télédétection pour mettre au point des outils automatisés qui permettront de cartographier à haute résolution les combustibles, de déceler les risques et d'évaluer la probabilité des feux de forêt dans les zones périurbaines. Les données qui en ressortiront enrichiront le Guide sur les incendies en milieu périurbain et faciliteront la surveillance des feux de forêt.
- **Plateforme WUI-NITY.** Cet outil en ligne simule les évacuations quand un incendie se déclare en milieu périurbain. Mise au point en 2018-2019 dans le cadre d'une collaboration internationale[8], la plateforme WUI-NITY permet de planifier l'évacuation de la population lors d'un incendie en milieu périurbain. Des visualisations 2D et 3D de la propagation des flammes, du déplacement des personnes et des embarras de circulation aident les services de secours et la collectivité à prendre des décisions en temps réel.

On a recouru à la plateforme WUI-NITY lors d'exercices d'évacuation et de préparation à Kelowna (Colombie-Britannique) en 2025, à Roxborough Park (Colorado) en 2019 et en 2024, ainsi qu'à Ashland (Oregon) en 2025. Intelli-feu élargit la participation du Canada à ces exercices financés par le CNRC qui facilitent l'évaluation des systèmes d'alerte, du comportement humain et des plans d'urgence. Les données recueillies sont communiquées aux communautés pour les aider à mieux se préparer et servent à développer un cadre canadien de modélisation des évacuations.

L'unité de sécurité incendie a piloté les recherches et participé au développement ainsi qu'à la mise à jour des 4 versions de la plateforme. Pour la quatrième — la plus récente —, l'Unité a analysé les données disponibles dans les médias sociaux afin de modéliser les comportements durant une évacuation et de créer des simulations de la circulation en réalité virtuelle. L'Unité a reçu la médaille de 2025 de la Fire Protection Research Foundation, organe indépendant de la National Fire Protection Association américaine. Malgré cet hommage international, 70 % des membres du gouvernement et des services de gestion des urgences questionnés ont déclaré ne pas connaître la plateforme, et rares étaient ceux qui s'en étaient servis. Les personnes qui l'avaient utilisée l'ont jugée précieuse aux fins d'éducation et de planification. L'absence de la plateforme WUI-NITY parmi les principales ressources nationales sur les feux de forêt, comme la trousse d'outils sur les feux de forêt au Canada du gouvernement fédéral, explique sans doute pourquoi on la connaît si peu.

Projets de R-D sur les feux de forêt

L'unité de sécurité incendie mène des projets de R-D associés aux feux de forêt, projets équivalant à plus de 6 millions de dollars. Ces projets visent le développement, le perfectionnement et l'harmonisation des outils qui étoffent le Guide sur les incendies en milieu

périurbain, l'amélioration des pratiques de sécurité incendie en construction et une plus grande résilience des collectivités canadiennes aux feux de forêt. En voici les principaux.

- **Cadre normalisé d'évaluation des risques :** Élaboration d'un cadre national pour évaluer les risques de feux de forêt avec la collaboration de Sécurité publique Canada et de RNCan
- **Générateur de tisons et de braises :** Création du premier générateur de braises canadien en vue de caractériser l'embrasement des structures exposées aux flammes, aux braises et à la chaleur, et de concevoir des scénarios d'ignition réalistes
- **Simulateur de feu en milieu périurbain :** Élaboration d'un outil qui modélisera le rayonnement, l'impact des braises, la chaleur résiduelle, la combustion de la végétation et les flux thermiques entre un feu de forêt et les zones urbaines en vue d'évaluer la vulnérabilité des ouvrages
- **Recherche sur la lutte contre la fumée :** Mise à l'essai de filtres à air résidentiels avec de la fumée de feu de forêt artificielle pour améliorer la qualité de l'air intérieur lors d'un incendie
- **Indice des feux de forêt et des inondations :** Création d'un indice qui optimisera la répartition des ressources quand une inondation succède à un feu de forêt dans le cadre d'une collaboration internationale
- **Programme défi du CNRC « Environnement bâti sobre en carbone » :** Intégration des feux de forêt et des mesures de résilience à l'évaluation du cycle de vie de manière à mieux estimer les émissions de carbone, à appuyer les méthodes de construction sobres en carbone et à quantifier les répercussions du feu sur l'environnement

Ensemble, ces projets font progresser la capacité du Canada à maîtriser les feux de forêt, améliorent la sécurité incendie dans les méthodes de construction et intègrent la résilience aux changements climatiques aux pratiques de construction et de planification.

3.10 Partenariats, collaborations et rayonnement

Les parties prenantes ont dit mal connaître les recherches que poursuit l'unité de sécurité incendie et les outils qu'elle a créés. Un meilleur rayonnement, une collaboration plus étroite et l'expansion des partenariats constitueraient les meilleurs moyens d'accentuer l'impact des travaux réalisés par l'Unité et l'adoption de leurs résultats.

Le comité d'examen par des pairs et les parties prenantes estiment qu'il est important d'accroître la visibilité de l'Unité et de ses recherches maintenant que la résilience aux changements climatiques, la construction sobre en carbone et la sécurité de la collectivité occupent de plus en plus de place au cœur des politiques publiques.

Moins de la moitié des parties prenantes sondées ont rapporté très bien connaître les recherches de l'unité de sécurité incendie (49 %) et ses services techniques (44 %), le reste affirmant les connaître un peu. Les membres du personnel ont expliqué que cette méconnaissance résulte en grande partie du fait qu'aucun site Web n'est consacré à l'Unité et qu'il existe peu de possibilités ou de mécanismes formels permettant de transférer les technologies et les connaissances. Pour parvenir à une meilleure adoption des outils et des résultats des recherches, on préconise d'améliorer le rayonnement et la visibilité de l'Unité par des ateliers, des exposés techniques, la participation à des comités consultatifs et des consultations officielles.

Les membres du personnel ont également indiqué que l'on pourrait resserrer les liens avec les collaborateurs que voici :

- compagnies d'assurance et de modélisation des risques, pour intégrer les données sur les risques d'incendie aux applications conceptuelles et pratiques;
- communautés autochtones et éloignées, pour faire progresser la résilience aux feux de forêt et préparer des stratégies d'évacuation adéquates;
- organisations internationales de sécurité incendie, pour uniformiser les normes internationales et élargir la collaboration en recherche;
- organisations consacrées aux infrastructures, pour étendre la recherche en sécurité incendie aux infrastructures de base;
- sociétés de construction canadiennes, pour mieux cerner les difficultés d'ordre pratique et faciliter l'adoption des matériaux et des pratiques en construction qui amélioreront la résistance au feu;
- municipalités et organisations de lutte contre le feu, pour souligner la pertinence et l'utilité des outils aux personnes qui s'en servent.

Recommandations

Recommandation 1

Mobiliser davantage les connaissances

La mobilisation des connaissances est considérée par les spécialistes du climat et les parties prenantes comme la priorité absolue pour la suite de l'initiative de résilience climatique. Ils et elles reconnaissent que pour améliorer l'adaptation des bâtiments et des infrastructures au Canada, il est essentiel que les résultats de la recherche soient bien diffusés et concrètement mis en pratique.

De la même façon et compte tenu des nouveaux besoins en sécurité incendie et des lacunes actuelles dans la recherche, le comité d'examen par les pairs et les parties prenantes soulignent l'importance de mieux valoriser les connaissances issues des travaux de recherche, des lignes directrices et des outils existants. Pour l'unité de sécurité incendie, ils et elles ont insisté sur la nécessité d'accroître la visibilité de son expertise, de ses ressources et de ses services afin de mieux soutenir l'élaboration des politiques, les pratiques de l'industrie et la sécurité des communautés.

Il est particulièrement important d'améliorer la visibilité et la mobilisation des connaissances, car la résilience climatique, la construction à faibles émissions de carbone, la sécurité incendie et la préparation aux urgences occupent une place de plus en plus centrale dans les politiques publiques et la planification des infrastructures. Les résultats du sondage auprès des parties prenantes confirment ce besoin, indiquant que le manque de notoriété constitue un obstacle majeur à l'utilisation élargie des guides, outils et normes du CNRC.

Ensemble, ces constats montrent clairement qu'il faut renforcer les stratégies de mobilisation des connaissances pour s'assurer que les recherches et les conseils du CNRC atteignent efficacement les professionnels et professionnelles de la conception, l'industrie, les communautés et les décideurs et décideuses qui en dépendent.

Recommandation

L'Initiative sur l'environnement bâti résilient aux changements climatiques et l'unité de sécurité incendie devraient renforcer la mobilisation des connaissances pour que les lignes directrices, les outils et les normes qui s'appuient sur la science soient mieux connus et adoptés davantage. Voici 2 moyens pour y parvenir :

- déterminer les principaux groupes qui utilisent l'information et les produits;

- rédiger des documents d’orientation clairs et conviviaux, bien adaptés aux destinataires, pour transformer les résultats techniques en applications pratiques.

Réponse de la direction et plan d’action

Niveau de risque : modéré

Réponse : accepté

Mesures

1. Relancer le bulletin d’information Innovation en construction du Centre de recherche en construction du CNRC. L’objectif : Diffuser des mises à jour, des conseils et des notes techniques dans un langage accessible.

   Indicateur de réussite

   Relancement du bulletin Innovation en construction afin de diffuser du contenu technique ciblé auprès de plus de 50 000 abonnées et abonnés issus des secteurs de l’architecture, de l’ingénierie, de la gestion des bâtiments, ainsi qu’auprès des utilisateurs des codes et des partenaires des recherches du CNRC.

   Échéance prévue : décembre 2026

   Responsable : DG, Construction

2. Élaborer un plan de mobilisation des connaissances pour l’Initiative sur l’environnement bâti résilient aux changements climatiques (IEBRCC) dans lequel on mentionne les publics prioritaires (p. ex., associations professionnelles, autorités d’autres ministères et organismes gouvernementaux, et PME) et l’on décrit des méthodes de diffusion efficaces.

   Indicateurs de réussite

   a. Plan de mobilisation des connaissances pour l’IEBRCC qui est achevé et qui a été approuvé par le DG (Construction), puis transmis au V.-P. (Génie), comprenant une mobilisation en amont auprès des destinataires lors de la 3e phase de l’Initiative et la diffusion des résultats de l’IEBRCC II.

   b. Rapport d’étape sur l’engagement et les activités atteignant les jalons établis, fourni par le DG (Construction) au V.-P. (Génie).

   Échéances prévues : a) décembre 2026; b) décembre 2027

   Responsable : directeur, IEBRCC

3. Élaborer un plan de mobilisation des connaissances pour l’unité de sécurité incendie dans lequel on mentionne les publics prioritaires (p. ex., les responsables municipaux

du bâtiment, les associations professionnelles, les commissaires aux incendies, les autorités des autres ministères et organismes gouvernementaux, et les PME) et l'on décrit des méthodes de diffusion efficaces.

Indicateurs de réussite

a. Plan de mobilisation des connaissances pour l'unité de sécurité incendie qui est achevé et qui a été approuvé par le DG (Construction), puis transmis au V.-P. (Génie), tirant parti de mécanismes de diffusion comme le bulletin Innovation en construction et des webinaires pour fournir des informations de sensibilisation ciblées sur les principaux résultats (p. ex., le bois massif, les constructions à issue unique, l'interface périurbaine).
b. Rapport sur les activités élargies et l'approche actualisée, y compris les plans pour les domaines émergents, fourni par le DG (Construction) au V.-P. (Génie).

Échéances prévues : a) mai 2027; b) rapport final, mai 2028

Responsable : directeur, unité de la sécurité incendie

Recommandation 2

Éclaircir les futurs axes de recherche de l'unité de sécurité incendie

Le comité d'examen par des pairs et les parties prenantes estiment qu'il faut définir les domaines de recherche qui auront le plus d'impact et en tenir compte dans la sélection des projets à l'avenir. Puisqu'un petit nombre de membres chevronnés du personnel scientifique et technique de l'Unité en cumulent largement le savoir-faire et approchent de la retraite, on doit impérativement transférer ces connaissances et encadrer le personnel moins expérimenté pour préserver les compétences à long terme.

Les membres du personnel et les parties prenantes de l'extérieur ont également souligné la nécessité d'une approche nationale coordonnée à la recherche et aux essais en sécurité incendie, notamment un meilleur accès aux installations d'essai et une collaboration intersectorielle plus étroite en vue de relever les nouveaux défis nationaux en sécurité incendie.

En clarifiant les futurs axes de recherche, on permettra à l'unité de sécurité incendie de mieux s'attaquer aux priorités pertinentes au fil de leur évolution, d'exploiter de façon optimale ses compétences particulières et de préserver durablement ses capacités par une planification efficace de la relève.

Recommandation

L’unité de sécurité incendie devrait éclaircir et prioriser ses futurs axes de recherche en fonction des nouvelles priorités en sécurité incendie, de ses compétences et de son expertise tout en dressant un plan pour la relève afin de préserver longtemps ses connaissances et ses capacités techniques. Voici quelques suggestions à ce sujet :

- Établir clairement les priorités de recherche au-delà du plan stratégique de 2024-2029 afin d’obtenir un impact maximal. On pourrait y parvenir en demandant aux parties prenantes du secteur de la sécurité incendie de cerner les besoins émergents selon une approche qui imiterait celle des comités consultatifs établis pour les initiatives de résilience climatique.
- Asseoir les futures priorités de recherche sur une analyse des capacités à court et à moyen terme et sur la possibilité de combler les lacunes éventuelles dans l’avenir.
- Dresser un plan pour la relève afin de préserver l’expertise particulière de l’Unité et veiller à ce que ce plan soit cohérent avec les priorités de recherche prévues.

Réponse de la direction et plan d’action

Niveau de risque : modéré

Réponse : accepté

Mesures

1. Définir des priorités de recherche pour l’avenir au-delà du Plan stratégique pour 2024-2029

   Indicateurs de réussite

   a. En s’appuyant sur des références internationales et les parties prenantes de la sécurité incendie, consolidation et validation du rapport d’analyse des lacunes actuelles, fourni par le DG (Construction) au V.-P. (Génie).

   b. Rapport sur les plans et les priorités dans lequel on mentionne les priorités à court, moyen et long terme et qui tient compte des capacités organisationnelles pour combler les lacunes recensées, en s’appuyant sur les domaines de mission du Centre de recherche en construction et le processus annuel de planification et d’examen, approuvé par le DG (Construction) et fourni au V.-P. (Génie).

   Échéances prévues : a) octobre 2026; b) octobre 2027

   Responsable : directeur, unité de sécurité incendie

2. Élaborer un plan de relève — Mettre à jour la cartographie des compétences afin de recenser les lacunes sur le plan des compétences, et établir des protocoles de mentorat et de documentation pour assurer la continuité.

Indicateur de réussite

Plan de relève approuvé par le DG (Construction) et transmis au V.-P. (Génie), en s’appuyant sur le processus annuel de gestion des talents.

Échéances prévues : mai 2027

Responsable : directeur, unité de sécurité incendie

Annexes

Annexe A : Méthodologie

Pour son évaluation, le Bureau de la vérification et de l'évaluation (BVE) a recouru à diverses méthodes intégrant les données qualitatives et quantitatives issues de plusieurs sources, énumérées ci-dessous.

Analyse bibliométrique

L'équipe des Services d'intelligence et analytique du CNRC a effectué une analyse bibliométrique des articles rédigés et publiés par les scientifiques des initiatives de résilience climatique et de l'unité de sécurité incendie entre 2016 et 2024. Elle a recueilli les données en cherchant les publications pertinentes et celles associées au CNRC dans la base de données Scopus. Les 2 jeux de données ont été validés par le personnel de chaque initiative et de l'Unité, et d'autres publications pertinentes y ont été ajoutées, s'il y avait lieu.

En avril 2025, on a créé des jeux de données supplémentaires en cherchant dans Scopus les articles qui contenaient certains mots-clés dans leur titre ou leur résumé analytique. Les mots en question avaient été validés par les directeurs et directrices concernés, et la méthode de recherche avait été élaborée par les Services d'intelligence et analytique du CNRC. Ces jeux de données incluaient des publications extrêmement pertinentes au domaine de recherche de chaque programme, et on les a comparés à leurs équivalents nationaux et internationaux. Ensuite, le nombre de publications dans chaque jeu de données de base a été analysé de façon à déterminer les organisations qui publiaient le plus au Canada.

Analyse du contexte

L'équipe des Services d'intelligence et analytique du CNRC a remis en contexte la recherche en sécurité incendie afin de cerner les organisations fédérales qui interviennent dans la protection de l'environnement bâti contre le feu, et de réunir des données sur le coût des dommages ainsi que le nombre de vies perdues dans les incendies en milieu périurbain. L'équipe a procédé de la même manière dans le domaine de la résilience climatique, identifiant les ministères fédéraux et provinciaux qui s'intéressent à l'adaptation des bâtiments et des infrastructures aux changements climatiques et brossant un tableau du financement des projets connexes par l'État.

Analyse des données

On a analysé les données administratives et celles sur le rendement des exercices 2016-2017 à 2024-2025 (initiatives de résilience climatique) et de 2012-2013 à 2024-2025 (unité de sécurité incendie) afin de rassembler l'information sur la recherche, les capacités, les résultats, les retombées et les impacts. Cela comprenait des données sur les finances, les ressources humaines, les projets, la clientèle, le rendement et la propriété intellectuelle.

Dépouillement de la documentation

Divers documents ont été examinés : plans stratégiques et opérationnels; rapports d'inspection des installations; documents de conférences, de comités et de groupes de travail; rapports annuels; documentation sur les projets; et autres documents pertinents.

Enquête auprès des parties prenantes

Deux sondages ont été effectués : le premier auprès des parties prenantes en sécurité incendie et le deuxième, auprès de celles qui s'intéressaient à la résilience aux changements climatiques. Une invitation a été lancée aux personnes concernées du milieu universitaire, de l'administration publique (fédérale, provinciale, territoriale et municipale), des associations professionnelles, de l'industrie et de diverses organisations qui avaient eu affaire avec les initiatives de résilience climatique ou l'unité de sécurité incendie. Parmi elles figuraient des clients, des collaborateurs, des conseillers et conseillères, des membres de comités et des personnes ayant participé à des ateliers. En tout, 63 parties prenantes ont répondu au sondage sur la résilience climatique (taux de réponse de 21 %), et 41 à celui en sécurité incendie (taux de réponse de 19 %).

Étude de cas sur les impacts

On a retenu le Guide national sur les incendies en milieu périurbain pour l'étude de cas parce que les recherches à son origine étaient financées à la fois par les initiatives de résilience climatique et par l'unité de sécurité incendie. L'étude analyse en profondeur l'impact de l'adoption des lignes directrices sur la collaboration, la société, l'industrie, l'économie et l'environnement. Elle a été enrichie avec les informations fournies par les spécialistes et les collaborateurs du CNRC ainsi qu'avec celles venant des analyses du contexte, du dépouillement de la documentation et des analyses de données.

Entrevues

On a interrogé le personnel du CNRC et les parties prenantes de l'extérieur séparément et en groupe. Ces entrevues ont fait ressortir des détails sur l'expérience vécue, des points de vue et des connaissances particulières sur les capacités, la recherche, les résultats, les

retombées, l'impact et les collaborations. Pour les initiatives de résilience climatique, on a interrogé 13 membres du personnel du CNRC, 14 parties prenantes et 3 climatologistes. Les entrevues sur l'unité de sécurité incendie ont nécessité la participation de 11 membres du personnel du CNRC et de 12 parties prenantes.

Examen par des pairs

Un comité international d'examen par des pairs a été constitué pour évaluer la pertinence et l'efficacité de l'unité de sécurité incendie. Composé de 7 spécialistes en sécurité incendie et en génie, le comité a reçu les constatations préliminaires de l'évaluation et la documentation d'appoint avant de visiter pendant 3 jours les installations d'essai sur le feu du CNRC, à Ottawa (du 21 au 23 octobre 2025). Ensuite, le comité a rédigé un rapport et formulé des recommandations.

Membres du comité d'examen par des pairs

Les personnes suivantes faisaient partie du comité d'examen par des pairs de l'unité de sécurité incendie. Elles sont énumérées par ordre alphabétique.

Marc Alam (Ph. D.)
Gestionnaire principal, Conseil canadien du bois, Canada

Mary Cianchetti
Présidente des normes, Groupe CSA, Canada
Membre du conseil consultatif du Centre de recherche en construction

Éric Guillaume (Ph. D.), président du comité
Directeur général, Efectis, France

Matthew Hoehler (Ph. D.) (pré-évaluation seulement)
Chef, Division de la recherche sur le feu, National Institute of Standards and Technology, États-Unis

John Jessett
Chef adjoint du service des incendies, ministère de la Défense nationale, Canada

Sam Salem (Ph. D.)
Professeur titulaire, ingénierie des structures et de la sécurité incendie, Département de génie civil, Université Lakehead, Canada

Emmanuel Sopeju
Ingénieur de sécurité incendie, Canada

Annexe B : Limites de la méthodologie et stratégies d’atténuation

Même si les limites de la méthode employée n’ont entraîné que de légères difficultés pendant l’évaluation, on s’est employé à les atténuer autant que possible en recourant à plusieurs sources et en triangulant les données. Voici les stratégies employées :

Biais d’échantillonnage

Le BVE a choisi les personnes à interviewer et celles qui participeraient à l’enquête parmi celles qui avaient déjà eu affaire avec les initiatives de résilience climatique ou l’unité de sécurité incendie, afin qu’elles possèdent des connaissances suffisantes pour rendre un jugement éclairé. Ceci pourrait néanmoins avoir entraîné l’exclusion de personnes qui connaissaient les résultats et les activités en question ou qui auraient pu y avoir recouru, sans pour autant avoir interagi directement avec les initiatives ou l’unité de sécurité incendie.

Stratégie d’atténuation

On s’est efforcé de diversifier l’échantillon et de veiller à une représentation adéquate des différentes parties prenantes, des emplacements, des secteurs organisationnels et de la nature des projets.

Biais introduit par l’enquête

Les résultats ne tiennent pas compte des personnes qui ont signalé connaître ou avoir utilisé un guide, un outil ou une norme, et ne l’avaient pas jugé pertinent pour leur organisation ou qui étaient incertaines à ce sujet. Par conséquent, il se pourrait que l’on ait surestimé le nombre de personnes qui connaissaient ou qui avaient utilisé le guide, l’outil ou la norme en question par rapport à l’ensemble des parties prenantes, et les proportions pourraient donc ne pas être représentatives.

Stratégie d’atténuation

On a interprété les résultats avec prudence et remis l’analyse clairement en contexte. Dans la mesure du possible, on a triangulé les résultats avec les données qualitatives venant des entrevues et du dépouillement de la documentation afin de mieux établir la mesure dans laquelle les groupes de parties prenantes connaissaient le guide, l’outil ou la norme et l’avaient adopté.

Annexe C : Guides, normes, devis et codes

Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base

Guides

- Lignes directrices sur la protection des sous-sols contre les inondations et la réduction des risques, 2018
- Guide for Design of Flood-Resistant Buildings (PDF), 2021 – en anglais seulement
- Guidelines for Improving Flood-Resistance for Existing Buildings (PDF), 2021 – en anglais seulement
- Guide national sur les incendies en milieu périurbain (PDF), 2021
- Guideline for Management of Overheating Risk in Residential Buildings (PDF), 2021 – en anglais seulement
- Practical Guidance for Private-Side Drainage Systems to Reduce Basement Flood Risk (PDF), 2021 – en anglais seulement
- Lignes directrices pour l'évaluation des risques d'inondation côtière pour les applications de conception de bâtiments et d'infrastructure : soutenir la résilience aux inondations sur les côtes canadiennes, 2020
- Technical Guide for Northern Housing, 2021 – en anglais seulement

Devis

- Sections du Devis directeur national de la construction au Canada (DDN) qui incluaient du contenu inédit sur la résilience aux changements climatiques, 2018 et 2022

Normes

- CSA W200, Conception des systèmes de biorétention, 2018
- CSA W201, Construction des systèmes de biorétention, 2018
- CSA S900.1, Adaptation aux changements climatiques pour les stations de traitement des eaux usées, 2018
- CSA S478, Durabilité des bâtiments, 2019
- CSA A440.4:F19 (C2024), Installation des fenêtres, des portes et des lanterneaux, 2019

- CSA A123.26, Exigences de performance pour la résilience climatique des systèmes de toiture à membrane à faible pente, 2021
- CSA A123.21:F20 (C2025), Méthode d'essai normalisée de la résistance dynamique à l'arrachement sous l'action du vent des systèmes de couverture à membrane, 2020

Rapports

- Surmonter la tempête : Élaborer une norme canadienne pour rendre les zones résidentielles existantes résilientes face aux inondations (PDF), 2019
- Bâtiments et infrastructures publiques de base résistants aux changements climatiques : Évaluation des effets des changements climatiques sur les données de conception climatique au Canada (PDF), 2020
- Estimating the benefits of Climate Resilient Buildings and Core Public Infrastructure (CRBCPI) (PDF), 2020 – en anglais seulement
- Nature-based solutions (NBSs) to mitigate urban heat Island (UHI) effects in Canadian cities (PDF), 2020 – en anglais seulement
- Impact assessment of the National Guide for Wildland-Urban Interface Fires across Canada (PDF), 2021 – en anglais seulement

Codes

- CSA S6:F19 (C2024), Code canadien sur le calcul des ponts routiers, 2019
- CSA C22.1:F21, Code canadien de l'électricité, Première partie, édition de 2021
- Codes modèles nationaux, éditions de 2015, 2020 et 2025

Outils

- Design Value Explorer (DVE) – en anglais seulement
- Simulation de bâtiments d'après les données climatiques actuelles et futures
- Climate-RCI pour la conception de toitures résistantes aux changements climatiques
- Base de données sur les propriétés hygrothermiques des matériaux de construction (HygDbM)

Initiative sur l’environnement bâti résilient aux changements climatiques

Guides

- 2022 Global Building Resilience Guidelines (PDF), 2022 – en anglais seulement
- Infrastructures fondées sur la nature pour la gestion des risques d'inondation et d'érosion côtières : guide canadien de conception (PDF), 2024
- Effects of Climate Change on Life-Cycle Performance of Structures and Infrastructure Systems: Safety, Reliability, and Risk, 2024 – en anglais seulement
- Guide to Bridge Hydraulics, 3e édition, 2025 – en anglais seulement
- Les inondations causées par la glace de rivière : un aperçu des mesures d'atténuation (PDF), 2025

Devis

- Sections du Devis directeur national de la construction au Canada (DDN) qui incluaient du contenu inédit sur la résilience aux changements climatiques, 2023, 2024, 2025

Normes

- CSA S7, Lignes directrices pour la conception de ponts pour les piétons, les cyclistes et à usages multiples, 2023
- CSA S478, Durabilité des bâtiments, 2024
- CSA A440.4:F19 (C2024), Installation des fenêtres, des portes et des lanterneaux, 2019
- CSA S910.1:25, Évaluation de la vulnérabilité des barrages au changement climatique au Canada, 2025
- CSA W224, Coastal flood risk assessment for buildings and infrastructure, 2024 – en anglais seulement
- CSA W212:25, Temporary flood protection barrier performance testing for Canadian climates, 2025 – en anglais seulement

Rapports

- Rising seas and shifting sand (PDF), 2021 – en anglais seulement
- Satellite monitoring for early detection of excessive displacements on bridges, 2021 – en anglais seulement

- Sea ice in changing climate and impacts on Inuit communities, 2022 – en anglais seulement
- Evaluation of a basic procedure to assess climate impact on sea ice: Hudson Bay as a test case, 2022 – en anglais seulement
- Delivering Climate Responsive Resilient Building Codes and Standards report, 2022 – en anglais seulement
- A decision support system to optimize water distribution systems maintenance and rehabilitation under changing climate, 2022 – en anglais seulement
- Understanding nature based solutions (NBS) on buildings to mitigate urban heat islanding (UHI) (PDF), 2022 – en anglais seulement
- Adaptation of dams to climate change: Gap analysis, 2023 – en anglais seulement
- A review of flooding and erosion in Canadian rivers: a precursor to guidance for nature-based solutions(PDF), 2023 – en anglais seulement
- State-of-practice, research gaps, and plan for safety and serviceability performance evaluation of residential building balconies in a changing climate (PDF), 2024 – en anglais seulement

Code

- CSA S6:F19 (C2024), Code canadien sur le calcul des ponts routiers, 2025

Outils

- Perspectives climatiques
- Donneesclimatiques.ca
- Development of climate adaptation and asphalt selection tool, CAAST (PDF), 2023 – en anglais seulement
- Fiche technique de répertoire, 2023
- Canadian Climate Risk Information System (CCRIS) – en anglais seulement
- Logiciel Brigital : évaluation de la performance des ponts par satellite – en anglais seulement
- Mesures de résilience contre la grêle pour les nouvelles constructions, aux feux de forêt et à la grêle, 2025

Initiative sur l’environnement bâti résilient aux changements climatiques – Stratégie nationale d’adaptation

Rapport

- Summary of the scientometric study and stakeholder engagement on resilient residential retrofit theme under National Research Council’s Climate Resilient Built Environment Initiative (PDF), 2024 – en anglais seulement

Outil

- Multi-Hazard Resilient Retrofits database, 2025 – en anglais seulement

Unité de sécurité incendie

Guides

- Manuel canadien sur le CLT (PDF), 2019
- Water Supply for Public Protection – A guide to recommended practice in Canada (PDF), 2020 – en anglais seulement
- Guide national sur les incendies en milieu périurbain (PDF), 2021
- Guide technique pour la conception et la construction de bâtiments en bois de grande hauteur au Canada (PDF), 2022
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE Handbook – HVAC Applications, chapitre 54 sur la lutte contre le feu et la fumée, 2023 – en anglais seulement
- Centre canadien de matériaux de construction Évaluation de la conformité DC315 : enduits intumescents servant de barrière thermique sur la mousse d'uréthane pulvérisée CCMC14036-R (PDF), modifié en 2025

Normes et spécifications techniques

- NFPA 13, Standards for the installation of sprinkler systems, 2025 – en anglais seulement
- NFPA 25, Standard for the inspection, testing, and maintenance of water-based fire protection systems, 2026 – en anglais seulement
- NFPA 72, National fire alarm and signaling code, 2025 – en anglais seulement

- NFPA 80, Standard for fire doors and other opening protectives, 2025 – en anglais seulement
- NFPA 92, Standard for smoke control systems, 2024 – en anglais seulement
- NFPA 96, Standard for ventilation control and fire protection of commercial cooking operations, 2024 – en anglais seulement
- NFPA 101, Life safety code, 2024 – en anglais seulement
- NFPA 105, Standard for smoke door assemblies and other opening protectives, 2025 – en anglais seulement
- NFPA 502, Standard for fire and life safety in road tunnels, bridges, and other limited access highways, 2026 – en anglais seulement
- NFPA 1140, Standard for wildland fire protection, 2022 – en anglais seulement
- NFPA 5000, Building construction and safety code (performance-based standards), 2024 – en anglais seulement
- ISO 834-1:2025, Essais de résistance au feu – Éléments de construction, 2025
- ISO 6021:2024 Firebrand generator, 2024 – en anglais seulement
- ISO/TS 12828-3:2024, Méthode de validation des analyses de gaz d'incendie, Part 3, 2024
- ISO 16733-1:2024, Ingénierie de la sécurité incendie, Sélection de scénarios d'incendie et de feux de dimensionnement, Partie 1, 2024
- ISO/TS 16733-2:2026, Ingénierie de la sécurité incendie, Sélection de scénarios d'incendie et de feux de dimensionnement, Partie 2 - Feux de dimensionnement, 2026
- ISO/TS 17886:2024, Ingénierie de la sécurité incendie, Conception des expériences d'évacuation, 2024
- ISO/TS 19677:2025, Évaluation de l'impact négatif des feux d'espaces naturels sur l'environnement et les personnes par exposition environnementale, 2025
- ISO 19702:2024, Échantillonnage et analyse des gaz et des vapeurs toxiques dans les effluents du feu par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF), 2024
- ISO 20710-1:2022, Ingénierie de la sécurité incendie, Systèmes de protection active contre l'incendie, Partie 1 - Principes généraux, 2022
- ISO 20414:2020, Ingénierie de la sécurité incendie, Protocole de vérification et de validation de modèles d'évacuation dans un bâtiment en cas d'incendie, 2020
- ISO/TS 21602:2022, Ingénierie de la sécurité incendie, Estimation de la réduction de la vitesse de déplacement basée sur la visibilité et la concentration en espèces irritantes, 2022

- ISO/TS 23782:2024, Exigences relatives aux méthodes d'essai à grande échelle pour représenter les dangers pour les personnes dus au feu dans différents scénarios d'incendie, 2024
- ISO 24678-1:2019, Ingénierie de la sécurité incendie, Exigences régissant les formules algébriques, Partie 1 - Exigences générales, 2019
- ISO 24678-2:2022, Ingénierie de la sécurité incendie, Exigences régissant les formules algébriques, Partie 2 - Panaches de feu, 2022
- ISO 24678-3:2022, Ingénierie de la sécurité incendie, Exigences régissant les formules algébriques, Partie 3 - Écoulements en jet sous plafond, 2022
- ISO 24678-4:2023, Ingénierie de la sécurité incendie, Exigences régissant les formules algébriques, Partie 4 - Couches de fumée, 2023
- ISO 24678-5: 2023, Ingénierie de la sécurité incendie, Exigences régissant les formules algébriques, Partie 5 - Ecoulements au travers d'une ouverture, 2023
- ISO 24678-7:2019, Ingénierie de la sécurité incendie, Exigences régissant les formules algébriques, Partie 7 - Flux de chaleur rayonné reçu d'un feu en nappe ouvert, 2019
- ISO 24678-9:2022, Ingénierie de la sécurité incendie, Exigences régissant les formules algébriques, Partie 9 - Panache de flamme sortant d'une ouverture, 2022
- ISO 24679-1:2019, Ingénierie de la sécurité incendie, Performances des structures en situation d'incendie, Partie 1 - Généralités, 2019
- ISO 24679-5:2023, Ingénierie de la sécurité incendie, Performances des structures en situation d'incendie, Partie 5 - Exemple d'un immeuble en bois au Canada, 2023
- ISO 24679-8: 2022, Ingénierie de la sécurité incendie, Performances des structures en situation d'incendie, Partie 8 - Exemple d'évaluation probabiliste d'un bâtiment en béton, 2022
- ISO 26367-3:2019, Lignes directrices pour déterminer l'impact environnemental des effluents du feu, Partie 1- Généralités, 2e édition, 2019
- ISO 26367-3:2022, Lignes directrices pour déterminer l'impact environnemental des effluents du feu, Partie 3 - Échantillonnage et analyse, 2022
- ISO 29903-1:2020, Comparaison de données de gaz toxiques provenant de différents essais, Partie 1 - Lignes directrices et exigences, confirmée en 2025
- CSA C22.2 No. 63092-2:24, Photovoltaics in buildings – Part 2: Requirements for building-integrated photovoltaic systems, 2024 – en anglais seulement
- CSA O86:24, Règles de calcul des charpentes en bois, 2024
- CSA S504:19, Planification de la résistance au feu pour les collectivités nordiques, 2019
- CSA S806, Règles de calcul et de construction des structures de bâtiment contenant des polymères renforcés de fibres, confirmée en 2021

- CAN/ULC-S115, Standard method of fire tests of firestop systems, confirmée en 2023 – en anglais seulement
- CAN/ULC-S134, Standard Method of Fire Test of Exterior Wall Assemblies, 2021 – en anglais seulement
- CAN/ULC-S138, Méthode d'essai normalisée de la propagation du feu dans les panneaux de construction isolés d'une configuration de pièces à l'échelle réelle, 2021
- CAN/ULC-S144-13, Standard Method of Fire Test of Exterior Wall Assemblies, 2021 – en anglais seulement
- CAN/ULC-S145, Standard Method of Test for the Evaluation of Protective Coverings for Foamed Plastic Insulation – Full Scale Room Test, confirmée en 2023 – en anglais seulement
- CAN/ULC-S146, Standard Method of Test for the Evaluation of Encapsulation Materials and Assemblies of Materials for the Protection of Sructural Timber Elements, confirmée en 2025 – en anglais seulement
- CAN/ULC-S500 série, Extinction des incendies, 2019–2025
- CAN/ULC-S101, Méthodes d'essai normalisées de résistance au feu pour les bâtiments et les matériaux de construction, 2021
- CAN/ULC-S1001, Les essais intégrés de systèmes de protection incendie et de sécurité des personnes, 2023
- ANSI/APA PRG 320-2018: Standard for performance-rated cross-laminated timber, 2019 – en anglais seulement
- buildingSMART International information delivery specification (IDS) project report, 2023 – en anglais seulement

Codes

- Code national du bâtiment du Canada, 2015, 2020, 2025
- Code national de prévention des incendies du Canada, 2015, 2020, 2025
- USA 2021 International Building Code (IBC), construction types: IV-A, IV-B and IV-C, 2021 – en anglais seulement
- 2024 International Building Code (I-Codes), 2024 – en anglais seulement
- ACI CODE-440.11-22: Building Code Requirements for Structural Concrete Reinforced with Glass Fiber-Reinforced Polymer (GFRP) Bars – Code and Commentary, 2023 – en anglais seulement

[1] Par « environnement bâti », on entend les structures construites par l'être humain et les espaces dans lesquels la population vit, travaille et se détend, y compris les zones périurbaines.
[2] Cabinet du Premier ministre, Lettre de mandat (mai 2025).

[3] Moed, H.F. (2005), Citation analysis in research evaluation (en anglais seulement). In *Information Science and Knowledge Management*, vol. 9. Glänzel, W., Schubert, A. (2003), A new classification scheme of science fields and subfields designed for scientometric evaluation purposes (en anglais seulement). *Scientometrics*, 56, 357–67. Larivière et al. (2008), Long-term variations in the aging of scientific literature: From exponential growth to steady-state science (1900–2004). *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59, 288–96. – en anglais seulement.

[4] Lewis (2018), The open access citation advantage: Does it exist and what does it mean for libraries? *ITAL*, 37(3) and Langham-Putrow et al., (2021) – en anglais seulement.

[5] Changement climatique, Conseil canadien du bois (CCB).

[6] Ressources naturelles Canada. (2025). Le bois pour convertir notre environnement bâti au vert. FPInnovations (2024), Canadian market share 2023: Wood use in multifamily and non-residential construction. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Green Construction through Wood Program (2021), The state of mass timber in Canada – en anglais seulement.

[7] Université de la Colombie-Britannique (n.d), Brock Commons residence at UBC – en anglais seulement.

[8] Partenaires internationaux : Fire Protection Research Foundation de la Fire Protection Association (NFPA) (É.-U.), Université de Lund (Suède), Imperial College (R.-U.), Movement Strategies (R.-U.) et Royal Melbourne Institute of Technology, RMIT (Australie) – en anglais seulement.