



# ARGUMENTS EN FAVEUR D'UNE ADAPTATION AUX CHALEURS EXTRÊMES

Coûts de la vague chaleur de 2021  
en Colombie-Britannique

Par Dale Beugin, Dylan Clark, Sarah Miller, Ryan Ness, Ricardo Pelai, et Janna Wale

# TABLE DES MATIÈRES

Résumé .....	3
1. Introduction.....	9
2. Notre approche .....	13
3. Sécurité et productivité en milieu de travail .....	20
4. Santé humaine et systèmes de santé .....	29
5. Réseau électrique et systèmes de transport .....	52
6. Systèmes alimentaires.....	59
7. Constatations et recommandations .....	69
Glossaire .....	76
Remerciements .....	78
Références .....	79



# RÉSUMÉ

La vague de chaleur de juin 2021 en Colombie-Britannique a été la catastrophe la plus meurtrière de l'histoire de la province. Si l'on tient compte des 619 vies perdues en raison de l'exposition à la chaleur, elle a également été l'une des plus coûteuses. Elle a rappelé l'importance d'être préparé aux épisodes de chaleur extrême et a souligné la responsabilité de tous les ordres gouvernementaux de mettre en œuvre sans tarder des mesures d'adaptation pour protéger les personnes, les collectivités et l'économie avant que la prochaine grande vague de chaleur ne balaie la province.

La Colombie-Britannique n'est pas la seule région du Canada à connaître une augmentation de la fréquence des chaleurs extrêmes. Même si la réduction des émissions de gaz à effet de serre est essentielle pour limiter le réchauffement futur, le réchauffement emmagasiné en raison des émissions passées signifie qu'au cours des prochaines décennies, de nombreuses régions du pays connaîtront une augmentation substantielle du nombre de jours au cours desquels la chaleur peut nuire aux personnes, aux collectivités et à l'économie. Par exemple, dans le cadre d'un scénario de réchauffement moyen, le sud de l'Ontario connaîtra un quasi-doublement du nombre de jours dépassant 30 °C par an d'ici le milieu du siècle (Zhang et coll. 2019). À Whitehorse, le nombre de jours au cours desquels la température dépasse 30 °C devrait passer d'un jour par décennie à deux jours par an d'ici le milieu du siècle; c'est-à-dire, une multiplication par 20. Toutes les régions du Canada devront s'adapter à ces changements, sous peine de voir se répéter les conséquences mortelles et coûteuses de la vague de chaleur de 2021 en Colombie-Britannique.

Tous les ordres de gouvernement réfléchissent encore actuellement à la manière de faire face aux effets du

changement climatique. Si un avenir marqué par des chaleurs extrêmes est inévitable, des catastrophes de l'ampleur de la vague de chaleur de 2021 ne le sont pas. Même si l'expérience de la chaleur est différente d'une province à l'autre, la vague de chaleur en Colombie-Britannique offre des enseignements importants aux gouvernements du Canada sur la manière d'éviter que les futurs épisodes de chaleur extrême ne se transforment en catastrophes et sur la manière de limiter les répercussions sur les personnes, les collectivités et l'économie.

Au cours de la dernière année, l'Institut climatique du Canada a analysé les coûts et les conséquences de la vague de chaleur de 2021, avec pour objectif principal de cerner les mesures susceptibles de réduire le risque qu'une catastrophe similaire ne se reproduise. Pour ce faire, nous avons examiné les quatre domaines principaux des répercussions et les coûts des vagues de chaleur : la sécurité et la productivité sur le lieu de travail, la santé humaine et les systèmes de santé, les réseaux électriques et les systèmes de transport et les systèmes alimentaires. Nous avons également modélisé les répercussions potentielles de l'augmentation future des températures et l'efficacité des différentes mesures d'adaptation pour réduire ces répercussions.



## Que sont les « vagues de chaleur » et les « chaleurs extrêmes »?

Au Canada et en Colombie-Britannique, les termes « vague de chaleur » et « chaleur extrême » sont tous deux utilisés pour décrire des périodes où les températures sont anormalement élevées. Toutefois, aucun de ces deux termes ne fait l'objet d'une définition officielle ou cohérente, ce qui est souvent source de confusion. Dans le cadre de ce rapport, nous utilisons le terme « vague de chaleur » pour décrire les périodes prolongées de chaleur dangereuse qui déclenchent des avertissements de chaleur. En Colombie-Britannique et dans la majeure partie du Canada, les avertissements de chaleur dangereuse (où le temps chaud peut entraîner des malaises ou la mort) sont généralement émis lorsque les prévisions annoncent au moins deux jours continus présentant des températures diurnes et nocturnes anormalement chaudes. Comme les climats et les vulnérabilités diffèrent d'une extrémité à l'autre du Canada et au sein des provinces et des territoires, les seuils de « chaleur inhabituelle » varient. Le seuil d'avis de vague de chaleur pour Kelowna, par exemple, est une température de 35° Celsius (°C) pendant la journée et de 18 °C la nuit, tandis qu'à Prince Rupert, ce seuil est de 28 °C pendant la journée et de 13 °C la nuit (ECCC 2020).

Toutefois, une exposition prolongée à des températures chaudes qui durent moins de deux jours ou qui ne dépassent pas les seuils de température peut également avoir des effets négatifs sur les personnes, les collectivités et l'économie. Par conséquent, aux fins du présent rapport, nous utilisons le terme « chaleur extrême » pour désigner toute période de chaleur dangereuse, y compris les vagues de chaleur.

Dans l'ensemble, nous constatons qu'une constellation de facteurs a conduit aux conséquences et aux coûts de la vague de chaleur de 2021, qui ont été considérables. Si les conséquences les plus graves se rapportent à la mort de centaines de personnes, les collectivités et les entreprises

de toute la province ont été touchées de multiples façons, mettant en évidence des vulnérabilités auxquelles il convient de remédier par l'adaptation.

Notre analyse et notre modélisation ont abouti à **six conclusions principales** :

### **1. La vague de chaleur de 2021 a été l'une des catastrophes les plus coûteuses de l'histoire de la Colombie-Britannique si l'on tient compte des vies perdues.**

Les conséquences les plus graves de la vague de chaleur de 2021 ont été associées à la mort de centaines de personnes. Nous estimons qu'éviter ces décès représente une valeur économique de 5,5 milliards de dollars en se fondant sur la valeur de la vie statistique (voir l'encadré Valeur d'une vie statistique, page xx). Nous avons également constaté que les coûts des soins de santé attribués à la vague de chaleur s'élevaient à 12 millions de dollars.

### **2. La généralisation du refroidissement mécanique dans les habitations et les bâtiments, ainsi que l'aménagement urbain, peuvent sauver des centaines de vies lors de futurs épisodes de chaleur extrême et réduire les coûts des soins de santé.**

La grande majorité des personnes décédées lors de la vague de chaleur de 2021 ont été exposées à des températures extrêmes dans des habitations dépourvues de système de refroidissement mécanique fonctionnel. En outre, les zones présentant de nombreuses surfaces en asphalte et en béton et un manque de couverture arborée (souvent dans des quartiers socialement et matériellement défavorisés) ont enregistré certaines des températures extérieures et intérieures les plus élevées. L'augmentation du refroidissement mécanique dans les maisons et les bâtiments résidentiels, ainsi que les efforts d'écologisation des villes, peuvent réduire considérablement les décès liés à la chaleur et offrir un retour sur investissement substantiel.

### **3. Les infrastructures essentielles, en particulier les infrastructures électriques et les établissements de santé, ont été poussées à leur limite, mettant en évidence le potentiel de pannes futures.**

Pendant la vague de chaleur, un certain nombre d'hôpitaux ont atteint des températures dangereuses et ont connu des pannes d'équipement essentiel. De plus, même si des pannes d'électricité étendues n'ont pas eu lieu, les pannes électriques locales liées à la chaleur suggèrent un potentiel de perturbations majeures du réseau. Non seulement cela aura-t-il des répercussions économiques majeures pour les services publics et les entreprises, mais cela risque également de priver les climatiseurs, les pompes à chaleur, les refroidisseurs et les ventilateurs de l'énergie nécessaire pour fonctionner lorsque les gens en auront le plus besoin.

### **4. Les effets de la vague de chaleur de 2021 sur l'économie de la Colombie-Britannique ont été étendus, mais globalement moins graves que ceux d'autres catastrophes; ce qui met en évidence les possibilités de renforcer de manière proactive la résilience face à un climat plus chaud.**

La vague de chaleur a touché la production agricole, a mis les travailleurs en danger et a réduit la productivité économique dans de nombreux secteurs. Les producteurs agricoles ont en outre perdu à eux seuls au moins 25 millions de dollars de revenus en raison de la baisse de la production. Sans être catastrophiques, ces répercussions sont considérables et soulignent l'importance de protéger les travailleurs de toutes les industries et, en particulier, de préparer le secteur agricole de la Colombie-Britannique à des chaleurs extrêmes plus fréquentes.

## 5. Les lacunes institutionnelles et politiques ont entravé la réponse de la Colombie-Britannique à la vague de chaleur.

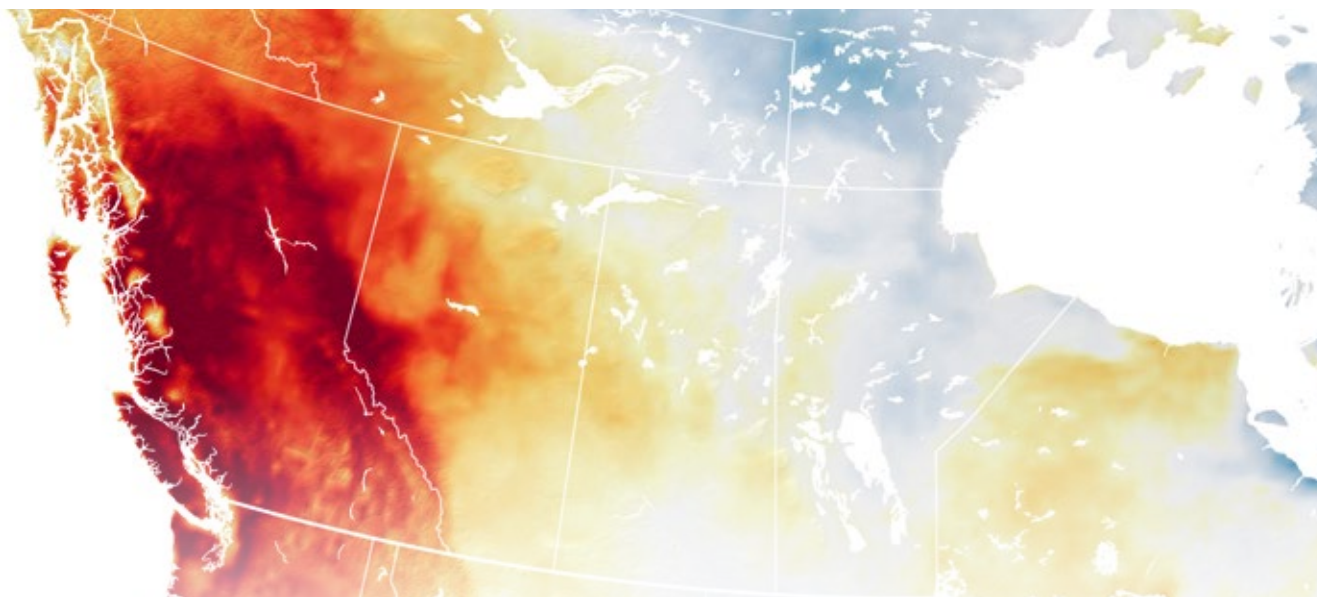
Les institutions et les politiques de la Colombie-Britannique ne se sont pas encore adaptées à l'évolution du climat et n'ont pas été conçues pour répondre efficacement à une vague de chaleur aussi longue, intense et étendue que celle de juin 2021. En conséquence, les communications et la prise de décision n'ont pas permis d'agir rapidement, de déployer des ressources et de résoudre les goulots d'étranglement. Ces défis systémiques ont exacerbé les contraintes en matière de capacité et ont limité la possibilité des agences et des acteurs individuels de réagir efficacement.

## 6. L'approche actuelle de la Colombie-Britannique pour examiner et comprendre les catastrophes telles que la vague de chaleur de 2021 n'est pas optimisée pour soutenir les apprentissages politiques et la gestion adaptative.

Même si les ministères, les administrations municipales et les autorités sanitaires ont examiné en interne les événements de la vague de chaleur de 2021 et formulé des recommandations de changement de politique, la nature relativement cloisonnée de ces examens crée des inefficacités et nuit à la capacité du gouvernement de la Colombie-Britannique et des autres acteurs concernés de cerner les problèmes systémiques et les solutions correspondantes.

Depuis la vague de chaleur de 2021, plusieurs ministères et organismes gouvernementaux de la Colombie-Britannique ont apporté des changements importants à la manière dont les catastrophes seront gérées à l'avenir. Il s'agit notamment de commencer à donner suite à certaines des recommandations du Bureau des coroners de la Colombie-Britannique. Le gouvernement de la Colombie-Britannique a pris des

mesures importantes pour améliorer les interventions d'urgence en cas de vagues de chaleur et la sensibilisation du public, mais de nombreuses vulnérabilités que nous avons relevées n'ont pas été entièrement résolues. Les travaux de l'Institut montrent qu'il reste encore beaucoup à faire pour protéger la santé des personnes et réduire les conséquences économiques des futurs épisodes de chaleur extrême.



Anomalies de température de l'air sur le territoire continental des États-Unis et du Canada le 27 juin 2021. La carte est dérivée du modèle Goddard Earth Observing System (GEOS) et représente les températures de l'air à 2 mètres (environ 6,5 pieds) au-dessus du sol. Les zones rouges sont celles où les températures de l'air ont grimpé de plus de 27°F (15° C) par rapport à la moyenne 2014-2020 pour le même jour. NASA Earth Observatory/Joshua Stevens, Domaine public.

Selon nos résultats, nous avons formulé six recommandations sur ce que les différents ordres de gouvernement en Colombie-Britannique et au Canada peuvent faire pour réduire les répercussions et les coûts de futurs épisodes de chaleur extrême. Même si nos recommandations s'adr-

essent principalement au gouvernement de la Colombie-Britannique, les leçons tirées sont pertinentes pour les collectivités et les administrations publiques de l'ensemble du Canada.

**1. Le gouvernement de la Colombie-Britannique et toutes les autorités sanitaires devraient explicitement prendre en compte les coûts humains et financiers des maladies et des décès liés à la chaleur dans les analyses coûts-avantages des politiques.**

Les épisodes de chaleur extrême sont la forme la plus meurtrière des catastrophes liées au climat, mais ils sont souvent considérés comme moins prioritaires par les administrations publiques lorsqu'elles envisagent des investissements d'adaptation, car ils n'ont pas les mêmes coûts tangibles que d'autres événements liés au climat (p. ex., les inondations et les incendies de forêt). Pour connaître les coûts réels des épisodes de chaleur extrême et prendre des décisions politiques plus éclairées, le gouvernement devrait veiller à ce que les analyses coûts-avantages incluent les coûts humains de maladie et de décès prématurés, en utilisant des mesures telles que la valeur de la vie statistique (voir l'encadré sur la VVS, page 29).

**2. Les administrations publiques de tous ordres devraient de toute urgence donner la priorité au déploiement ciblé d'outils, tels que le refroidissement mécanique et la végétalisation des villes, pour aider à maintenir des températures intérieures sûres et à protéger des vies.**

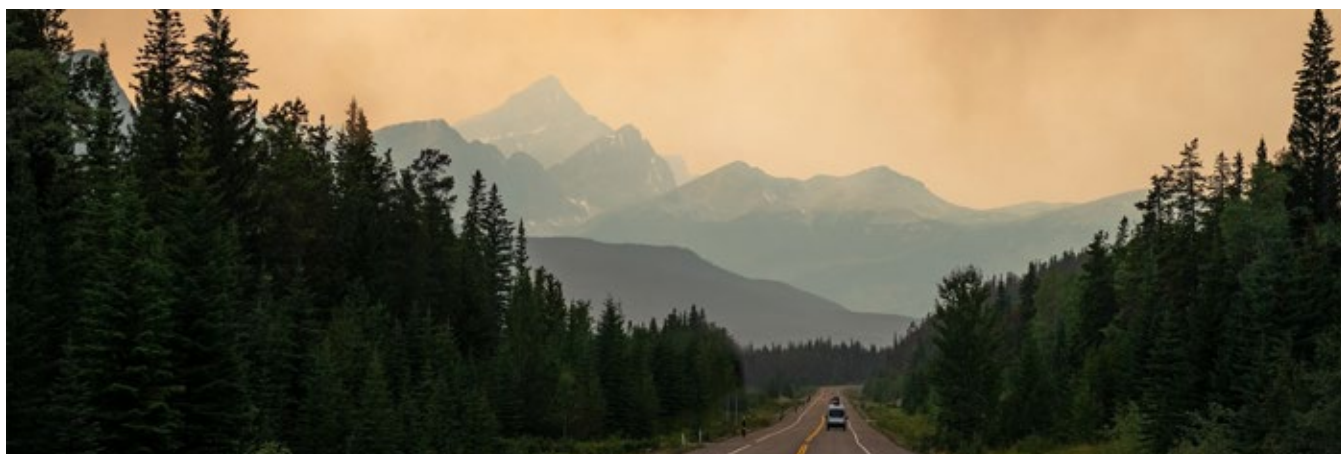
Pour accroître l'utilisation du refroidissement mécanique, les administrations publiques devraient utiliser des outils tels que les mises à jour du code de la construction, les normes et la législation afin de rendre les maisons et les bâtiments sûrs pour les occupants pendant les épisodes de chaleur extrême. Pour répondre aux questions d'équité et garantir la protection des personnes les plus vulnérables à la chaleur extrême, ces outils devraient s'appliquer aux bâtiments existants et aux nouveaux bâtiments, et les politiques devraient explicitement encourager l'adoption de ces outils pour les logements locatifs. Le gouvernement de la Colombie-Britannique devrait également utiliser des mécanismes tels que la réglementation et l'octroi de licences pour veiller à ce que toutes les installations gérées par le gouvernement et titulaires d'une licence ne dépassent pas les températures sécuritaires. Les administrations municipales devraient avoir recours à des mécanismes tels que les permis de construire pour augmenter l'adoption de toits réfléchissants et de toits verts, et investir dans la plantation d'arbres et l'amélioration du couvert forestier urbain.

**3. Le gouvernement de la Colombie-Britannique devrait intégrer les risques liés à la chaleur dans la prise de décision concernant les infrastructures essentielles et tenir compte des facteurs aggravants.**

Le gouvernement devrait donner la priorité aux investissements d'adaptation qui protègent les infrastructures essentielles des perturbations causées par les chaleurs extrêmes, comme la construction de systèmes électriques résistant à l'augmentation rapide de la demande et l'incorporation de matériaux routiers résistants au climat pour réduire l'orniérage induit par la chaleur. Le gouvernement devrait également mettre à jour les processus de gestion des risques et la capacité de service des fournisseurs d'infrastructures essentielles, afin de garantir la continuité des services lorsqu'ils sont le plus nécessaires.



- 4. Le gouvernement de la Colombie-Britannique et les organismes provinciaux devraient fournir aux entreprises et aux employeurs les outils et les informations dont ils ont besoin pour se protéger et protéger leurs employés contre les chaleurs extrêmes.** Le gouvernement devrait mettre à jour les normes professionnelles afin de tenir compte des chaleurs extrêmes, tout en veillant à ce qu'il y ait une capacité adéquate pour faire respecter ces normes. Outre la mise à jour de ces normes, le gouvernement de la Colombie-Britannique et WorkSafeBC devraient fournir des conseils opportuns à toutes les industries en matière de sécurité en cas de chaleur extrême, en vue de réduire au minimum les perturbations en milieu de travail et les préjudices subis par les travailleurs.
- 5. Les gouvernements et les organismes publics devraient continuer à combler les lacunes en matière de réaction aux catastrophes et à renforcer leurs capacités, afin de réduire au minimum les conséquences des chaleurs extrêmes sur la population et sur l'économie.** Le gouvernement de la Colombie-Britannique devrait collaborer avec le Service météorologique du Canada pour accroître les investissements dans les réseaux de surveillance météorologique et diffuser des avertissements de chaleur précis trois jours à l'avance. Le gouvernement et les autorités sanitaires devraient également créer un ensemble de normes claires pour guider l'activation du triage des patients et l'allocation des ressources si les demandes médicales d'urgence dépassent les capacités. Les autorités sanitaires devraient veiller à ce que l'ensemble du personnel soit préparé à gérer l'afflux de patients grâce à des outils tels que le renforcement des effectifs et le délestage de patients externes. Le gouvernement de la Colombie-Britannique, les autorités sanitaires et les municipalités devraient se préparer à des catastrophes multiples, y compris des combinaisons de catastrophes liées ou non au climat. Le gouvernement de la Colombie-Britannique devrait aborder de manière proactive les lacunes institutionnelles et politiques qui limitent la capacité de la province à réagir efficacement aux catastrophes.
- 6. La *Emergency Program Act* modernisée devrait prévoir des examens indépendants et publics d'interventions en cas de catastrophe et de planification suivant les catastrophes majeures, afin de renforcer la responsabilité et de soutenir la gestion adaptative.** L'examen devrait être automatiquement déclenché selon des seuils clairs, tels que le nombre de décès, de déplacements ou de pertes financières, et devrait donner à un organisme indépendant le pouvoir d'accéder aux dossiers gouvernementaux et de mener des entretiens confidentiels, afin que les forces et les faiblesses des interventions en cas de catastrophe soient évaluées de manière approfondie.





# 1 INTRODUCTION



La vague de chaleur de juin 2021 en Colombie-Britannique (C.-B.) a mis en évidence les enjeux humains et économiques de la préparation et de l'adaptation à des épisodes de chaleur extrême. Entre le 25 et le 30 juin, des températures record soutenues dans l'ensemble de la province ont entraîné le décès directement lié à la chaleur de 619 personnes. Cette vague de chaleur a été la catastrophe la plus meurtrière de l'histoire de la province et l'une des plus coûteuses, si l'on tient compte de la valeur économique des vies perdues.

La vague de chaleur de juin 2021 en Colombie-Britannique (C.-B.) a mis en évidence les enjeux humains et économiques de la préparation et de l'adaptation à des épisodes de chaleur extrême. Entre le 25 et le 30 juin, des températures record soutenues dans l'ensemble de la province ont entraîné le décès directement lié à la chaleur de 619 personnes. Cette vague de chaleur a été la catastrophe la plus meurtrière de l'histoire de la province et l'une des plus coûteuses, si l'on tient compte de la valeur économique des vies perdues.

Le présent rapport s'appuie sur les examens de la vague de chaleur de 2021 effectués par les provinces, les municipalités et les autorités sanitaires. Grâce à des recherches et à des entretiens avec les personnes ayant directement participé à la réponse, nous relevons les caractéristiques des politiques, des pratiques institutionnelles et des systèmes physiques ayant rendu la Colombie-Britannique vulnérable et ayant contribué aux coûts humains et financiers qui ont fait de cet épisode de chaleur extrême une catastrophe.

Nous avons commencé par évaluer l'incidence réelle de la vague de chaleur de 2021 sur les personnes, les collectivités et l'économie. Nous avons ensuite modélisé les répercussions potentielles futures de l'augmentation des températures et de la fréquence accrue de chaleurs extrêmes, ainsi

que l'efficacité de différentes recommandations d'adaptation visant à réduire ces répercussions. Sur la base de cette analyse, nous recommandons six mesures qui permettraient de réduire les répercussions et les coûts de futurs épisodes de chaleur extrême.

Même si nos recommandations s'adressent principalement au gouvernement de la Colombie-Britannique, les leçons tirées sont pertinentes pour les collectivités et les administrations publiques de l'ensemble du Canada. Au cours des 50 dernières années, les épisodes de chaleur extrême ont fait partie des catastrophes les plus meurtrières au Canada (Vanderplanken et coll. 2021), alors que leur fréquence et leur intensité augmentent constamment.

Après avoir fourni des informations contextuelles sur les vagues de chaleur en Colombie-Britannique, le reste de ce rapport est organisé selon les sections suivantes :

- ✦ **LA SECTION 2** décrit l'approche adoptée pour analyser les répercussions et les coûts de la vague de chaleur.
- ✦ **LES SECTIONS 3 À 6** décrivent nos conclusions relativement aux répercussions, aux coûts et au potentiel des mesures d'adaptation pour chacun des domaines de répercussions suivants : la sécurité et la productivité en

# LA VAGUE DE CHALEUR

## de juin 2021 en Colombie-Britannique

### Événements majeurs

Le service météorologique national des États-Unis émet un avis de veille de chaleurs excessives pour la côte Nord-Ouest du Pacifique

Environnement et Changement climatique Canada émet un code jaune d'avis météorologique à l'intention des responsables des urgences et de la santé publique en Colombie-Britannique et au Yukon. L'avis évalue le risque comme ayant une probabilité élevée et une faible incidence pour la majeure partie de la province

Environnement Canada émet les premiers avertissements publics de chaleur pour les résidents de la Colombie-Britannique

Certaines villes mobilisent leurs plans d'urgence contre la chaleur; le comité provincial d'intervention contre la chaleur se réunit

Décès dus à des maladies liées à la chaleur dans l'ensemble de la province :

Températures journalières maximales à Lytton

Aéroport international d'Abbotsford (YXX)

Aéroport international de Vancouver (YVR)

Nouveau record canadien de température maximale établi à Lytton

La chaleur exacerbe la gravité d'un incendie de forêt qui brûle la majeure partie de la ville de Lytton, dans la région intérieure de la Colombie-Britannique.

Températures saisonnières max. 25.5°C (Lytton)

21.4°C (YXX)

20.1°C (YVR)

Premier jour de la vague de chaleur

À 14 heures, les autorités sanitaires des basses-terres continentales déclarent une alerte de chaleur extrême

Le ministère de la Sécurité publique et du Solliciteur général de la C.-B. publie un communiqué demandant aux résidents de prendre des précautions au cours de la fin de semaine

Les cliniques et les maisons de soins de longue durée de l'île de Vancouver signalent des températures intérieures supérieures à 30 °C

Dans la région des basses-terres continentales, environ 150 personnes sont examinées aux services d'urgence pour un coup de chaleur ou une déshydratation

BC Hydro bat le record historique de demande de demande d'électricité en été

60 records de température sont battus dans des collectivités de la Colombie-Britannique

Le Surrey Memorial Hospital installe des chambres froides temporaires comme morgue d'appoint

WorkSafeBC conseille aux employeurs d'envisager la fermeture des lieux de travail

Près de 12 000 appels reçus au 9-1-1 dans la province; nouveau record quotidien

Pour la première fois, tous les districts scolaires publics des basses-terres continentales, à l'exception de deux, ferment en raison de la chaleur

Les services de santé d'urgence de la C.-B. ajoutent 14 répartiteurs et ouvrent un centre d'opérations d'urgence central

Les administrateurs des hôpitaux des basses-terres continentales envoient des demandes de personnel supplémentaire en raison de l'afflux de patients au cours des derniers jours

22

23

24

25

26

27

28

29

30

9 personnes

15 personnes

56 personnes

137 personnes

234 personnes

58 personnes

39,2

34,2

25,6

43,8

39,6

32,3

45,2

41,5

31,1

46,6

42,9

32,4

47,9

32,4

49,6

24,2

milieu de travail, la santé humaine et les systèmes de santé, le réseau électrique et le système de transport, et les systèmes alimentaires.

- ✶ **LA SECTION 7** résume nos principales conclusions et formule des recommandations pour améliorer la résilience aux futurs épisodes de chaleur extrême en Colombie-Britannique.

## Vagues de chaleur en Colombie-Britannique

La réaction de la Colombie-Britannique à la vague de chaleur de 2021 a été influencée par de multiples facteurs, en particulier un contexte politique laissant les personnes et systèmes vulnérables à une chaleur extrême et la co-occurrence d'autres événements ayant mis une pression supplémentaire sur les systèmes d'intervention sanitaire et d'urgence, notamment la pandémie de COVID-19 et la saison des feux de forêt de 2021. En outre, la géographie physique, l'histoire et la démographie de la province ont influencé la manière dont la vague de chaleur a touché les personnes et les collectivités.

### La géographie physique de la Colombie-Britannique entraîne des répercussions différentes selon les régions

La Colombie-Britannique est la troisième plus grande province du Canada et sa géographie est très variée. La province est caractérisée par de vastes chaînes de montagnes, une variété d'écosystèmes et 27 000 kilomètres de côtes qui entraînent d'importantes variations climatiques. Les températures estivales moyennes de jour dans les collectivités côtières sont, par exemple, d'environ 20 °C, alors que les régions intérieures et centrales connaissent souvent des températures maximales en journée de plus de 30 °C en juillet (Gouvernement de la Colombie-Britannique

2023a). La Colombie-Britannique possède également certains des climats les plus humides et les plus secs du Canada (Gouvernement de la Colombie-Britannique 2023a; Ressources naturelles Canada 2015). Ce contexte géographique signifie que les collectivités de la province ont des relations diverses avec la chaleur et sont touchées différemment (Berry et coll. 2015).

### La démographie de la Colombie-Britannique met en évidence les vulnérabilités à la chaleur

Environ 85 % de la population de la Colombie-Britannique vit dans des zones urbaines, dont plus de 60 % dans les basses-terres continentales (WorkBC 2022; Statistique Canada 2023a). Le pourcentage de personnes vivant dans des villes est plus élevé que dans n'importe quelle autre province du Canada (Statistique Canada 2022d). Avec 20 % de la population de la Colombie-Britannique âgée de plus de 65 ans, la province a également la population la plus âgée à l'ouest du Québec (Statistique Canada 2022c). Douze pour cent de tous les résidents de la Colombie-Britannique vivent seuls; près de 11 % des résidents de la Colombie-Britannique vivent dans des ménages à faible revenu (Statistique Canada 2023b). Tous ces facteurs sont associés à une vulnérabilité accrue à la chaleur extrême (BC HEAT Committee 2022).

Depuis des temps immémoriaux, des collectivités autochtones vivent sur le territoire actuel de la Colombie-Britannique. La Colombie-Britannique compte 204 collectivités de Premières nations et 39 collectivités métisses à charte; de nombreuses communautés voyagent et font affaire de part et d'autre de la frontière coloniale, qui coupe en deux certains territoires traditionnels (Assemblée des Premières Nations de C.-B. 2023; Nation métisse de la Colombie-Britannique 2023). La majorité des peuples autochtones de la Colombie-Britannique (78 %) vivent dans des zones urbaines et hors réserve (Gouvernement de la Colombie-Britannique 2023b).



*L'horizon du centre-ville de Vancouver se dessine au coucher du soleil, le lundi 11 juillet 2022. Les avertissements de chaleur émis pour la Colombie-Britannique couvrent certaines parties de la côte sud et de l'île de Vancouver, alors qu'Environnement Canada indique qu'une crête de haute pression apporte une vague de chaleur de fin de saison qui devrait culminer mercredi. LA PRESSE CANADIENNE/Darryl Dyck*



Les changements climatiques, y compris les chaleurs extrêmes, ont des répercussions inéquitables sur les collectivités autochtones et leurs territoires traditionnels (Gifford et coll. 2022; Centre de collaboration nationale de la santé autochtone 2022). Par exemple, en raison de politiques passées et présentes, un pourcentage disproportionné de personnes autochtones en Colombie-Britannique (40 %) sont sans logement ou vivent dans des conditions de logement précaires qui ne leur permettent pas de se protéger des conditions météorologiques extrêmes (Homelessness Services Association of BC 2021). Les populations autochtones présentent également des taux plus élevés de maladies chroniques qui augmentent la vulnérabilité à la chaleur (Services aux Autochtones Canada 2018). Les chaleurs extrêmes peuvent également avoir une incidence négative sur la qualité et la disponibilité des aliments traditionnels (section 4).

## L'avenir des chaleurs extrêmes en Colombie-Britannique sera très différent du passé

Les chaleurs extrêmes ne sont pas nouvelles en Colombie-Britannique, mais elles s'intensifient et deviennent plus fréquentes en raison des changements climatiques (Gifford et coll. 2022). Entre 1911 et 2009, 13 événements documentés ont enregistré des températures quotidiennes maximales dépassant d'au moins 10 °C les moyennes saisonnières de la côte Nord-Ouest du Pacifique (Bumbaco et coll. 2013). Au cours des dix dernières années, la Colombie-Britannique a connu trois autres événements répondant à ces critères : en 2014, 2021 et 2022 (Gouvernement de la Colombie-Britannique 2022a ; La Presse Canadienne 2014 ; Bureau des coroners de C.-B. 2022). En outre, le nombre de jours par an enregistrant une température maximale supérieure à 30 °C a augmenté en moyenne de 3,3 jours entre 1948 et 2016 (Vincent et coll. 2018).

Avant 2021, la vague de chaleur la plus dévastatrice enregistrée en Colombie-Britannique s'est produite en 2009, où l'on estime à 114 le nombre de personnes décédées des suites d'une exposition à la chaleur dans la seule région métropolitaine de Vancouver (Henderson et coll. 2016). Les coûts de la vague de chaleur, y compris les pertes de produit intérieur brut (PIB), certains coûts de santé et les répercussions liées à l'électricité, se sont élevés à environ 155 millions de dollars (dollars de 2022) (Stewart et coll. 2017). Si l'on tient compte de la valeur des vies perdues (voir l'encadré sur la VVP, page 29), les coûts s'élèvent à plus de 1,2 milliard de dollars. La vague de chaleur de 2009 a incité certaines municipalités, les autorités sanitaires et le gouvernement de la Colombie-

Britannique à améliorer la planification en prévision de chaleur extrême. Le centre pour le contrôle des maladies de C.-B. (BCCDC) et Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) ont, par exemple, collaboré à l'élaboration de seuils d'alerte de chaleur pour les basses-terres continentales, au-delà desquels des mesures de santé publique sont activées, telles que l'ouverture de centres de rafraîchissement (McLean et coll. 2018).

Bien que la province ait connu des épisodes de chaleur extrême dommageables, la chaleur n'a pas été considérée comme un risque majeur par les administrations publiques de la province, qui n'en ont pas fait une priorité. En 2017, le centre pour le contrôle des maladies de C.-B. (BCCDC) a évalué la planification et la préparation aux vagues de chaleur des municipalités de la province. Son rapport a révélé que le risque de chaleur extrême n'était généralement pas considéré comme une priorité par la plupart des municipalités et des autorités sanitaires (BCCDC 2017). Il est important de prendre note de ce manque de priorisation étant donné le niveau de risque relevé dans l'évaluation stratégique des risques climatiques de 2019 du gouvernement de la Colombie-Britannique, qui a déterminé que les vagues de chaleur étaient le troisième risque climatique le plus important pour la province d'ici 2050 (Ministère de l'Environnement et de la Stratégie contre les changements climatiques de C.-B. 2019).

Même si les vagues de chaleur épisodiques et la chaleur extrême sont inhérentes au climat de la Colombie-Britannique, les températures de la vague de chaleur de 2021 n'avaient jamais été enregistrées dans les écrits historiques et les changements climatiques ont rendu la vague de chaleur de 2021 au moins 150 fois plus susceptible de se produire (Philip et coll. 2022). Les températures diurnes élevées dans la province étaient supérieures de 15 °C à 25 °C à la moyenne historique pour cette période de l'année; les températures nocturnes ne sont pas descendues en dessous de 20 °C certaines nuits (ECCC 2021). La vague de chaleur de 2021 a été plus chaude d'au moins cinq degrés en moyenne que la vague de chaleur de 2009 dans la plupart des régions de la province (Gouvernement de Colombie-Britannique. 2022b). Contrairement à d'autres vagues de chaleur récentes en Colombie-Britannique, celle de 2021 s'est produite au début de l'été, de sorte que les gens étaient moins susceptibles d'être acclimatés aux températures estivales plus chaudes qui surviennent généralement plus tard dans la saison; ils étaient donc moins protégés contre leurs effets sur la santé (ECCC 2021).



# 2 NOTRE APPROCHE

L'évaluation de la vague de chaleur en Colombie-Britannique avait pour objectif de définir les coûts et les répercussions associés et d'élaborer un scénario de base pour les coûts futurs si les mesures d'adaptation ne sont pas renforcées.

Dans la présente section, nous décrivons les étapes que nous avons suivies pour analyser les répercussions de la vague de chaleur et évaluer les options d'adaptation associées pour les futurs épisodes de chaleur extrême. Notre analyse s'est déroulée en cinq étapes :

1. **Cerner les principaux domaines d'intervention relatifs aux répercussions**
2. **Examiner les répercussions et les coûts de la vague de chaleur de 2021**
3. **Faire le lien entre les résultats de la vague de chaleur et le paysage politique et institutionnel**
4. **Estimer les coûts potentiels de futurs épisodes de chaleur extrême pour la Colombie-Britannique.**
5. **Analyser les coûts et avantages des mesures d'adaptation possibles**

## PREMIÈRE ÉTAPE : Cerner les principaux domaines d'intervention relatifs aux répercussions

Nous avons utilisé deux critères pour sélectionner les principaux domaines de répercussions pour notre analyse : l'ampleur économique des répercussions et notre capacité à quantifier les répercussions et les coûts dans l'ensemble de la Colombie-Britannique en fonction de données publiques ou accessibles.

Pour la première étape (Cerner les principaux domaines de répercussions) et la deuxième étape (Examiner les répercussions et les coûts), nous avons passé en revue des renseignements provenant de rapports, d'articles universitaires, d'entrevues, de demandes d'accès à l'information et de données fournies par le gouvernement de la Colombie-Britannique. Selon notre examen, nous avons relevé quatre domaines d'intervention dans lesquels la vague de chaleur a eu les effets les plus importants :

- ✦ Sécurité et productivité en milieu de travail
- ✦ Santé humaine et systèmes de santé
- ✦ Réseau électrique et systèmes de transport
- ✦ Systèmes alimentaires

En raison du manque de données disponibles, nous avons exclu les répercussions sur les écosystèmes. Nous avons également exclu d'autres domaines d'intervention pour lesquels les preuves étaient insuffisantes, notamment les effets des chaleurs extrêmes sur la violence interpersonnelle et familiale, les ports et le tourisme. En outre, pour limiter la portée de nos travaux, nous n'avons pas analysé les risques non liés à la chaleur, tels que les incendies de forêt et les inondations, même si nous soulignons les liens entre ces événements lorsque cela s'avère pertinent.

## DEUXIÈME ÉTAPE : Examiner les répercussions et les coûts de la vague de chaleur de 2021

Après avoir sélectionné les domaines d'intervention relatifs aux répercussions, nous avons déterminé les répercussions particulières dans chaque domaine et calculé les coûts de la vague de chaleur selon les renseignements et les ressources présentées à la première étape. Dans la mesure du possible, nous avons également estimé les coûts associés à ces répercussions. Tous les coûts étant présentés en dollars canadiens de 2022. Nous caractérisons également certaines répercussions de manière qualitative, car il n'était pas possible ou approprié de d'évaluer toutes les répercussions en termes financiers. Les méthodes de calcul des coûts sont décrites dans chaque section.

## TROISIÈME ÉTAPE : Faire le lien entre les résultats de la vague de chaleur et le paysage politique et institutionnel

L'un des principaux objectifs de l'étude était de comprendre les facteurs à l'origine des coûts et des répercussions de la vague de chaleur de 2021, dans le but d'améliorer les interventions futures. La détermination des principaux facteurs contribuant à une catastrophe est au cœur de la réduction des risques de catastrophe (UNDRR 2015).

Nous avons fondé notre évaluation sur des cadres communément utilisés dans l'analyse post-catastrophe (Burton 2010; Masys 2016; Mendoza et coll. 2019; Oliver-Smith et coll. 2016). Nos approches pour la reconstitution des événements ont également été guidées par les procédures utilisées pour les enquêtes en cas d'accidents d'avion (OACI 2011). Nous nous sommes concentrés en particulier sur les caractéristiques et les vulnérabilités des systèmes physiques et des institutions, car ils ont souvent une influence majeure sur les résultats et les coûts des catastrophes (Hewitt 1983; Cutter 2012; MacClune et coll. 2014).

Pour chacun des quatre domaines d'intervention relatifs aux répercussions, nous avons déterminé comment les vulnérabilités influaient sur les répercussions et les coûts. Pour ce faire, nous avons examiné les plans d'intervention d'urgence provinciaux et régionaux, mené des entretiens approfondis et examiné les renseignements obtenus par diverses personnes et organisations en vertu de la Loi sur l'accès à l'information et la protection de la vie privée (Freedom of Information and Protection of Privacy Act) de la Colombie-Britannique. Nous avons analysé les données en posant les questions suivantes (tableau 1).

Tableau 1

### Questions utilisées pour analyser les données recueillies lors de l'analyse documentaire et des entretiens.

Systèmes physiques	Établissements institutionnels
<ul style="list-style-type: none"><li>• Quelle a été l'incidence de la vague de chaleur sur les infrastructures physiques?</li><li>• Y a-t-il eu des pannes ou des quasi-défaillances d'infrastructures?</li><li>• Existait-il des redondances en cas de défaillance?</li><li>• Les infrastructures physiques ont-elles été adaptées ou ont-elles fini par servir un objectif différent de celui qui était prévu?</li><li>• En cas de panne de l'infrastructure physique, la défaillance s'est-elle déroulée comme prévu? La défaillance s'est-elle déroulée en toute sécurité?</li><li>• Quelle a été la rapidité de rétablissement des infrastructures perturbées?</li><li>• Les risques et les dangers ont-ils été anticipés lors de la construction de l'infrastructure?</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Quelles répercussions de la vague de chaleur ont eu le plus de conséquences pour les différentes organisations et pourquoi?</li><li>• Comment les règles, les lois, les normes et les structures institutionnelles ont-elles influencé les réponses des différentes organisations et les résultats finaux?</li><li>• Quelle a été l'efficacité de la communication pendant l'événement? Comment les répercussions auraient-elles changé si la communication interne avait été différente?</li><li>• Les cadres supérieurs étaient-ils conscients des réalités opérationnelles?</li><li>• L'organisation a-t-elle eu des difficultés à anticiper les événements?</li><li>• Y a-t-il eu un conflit entre les normes informelles (p. ex., les pratiques non écrites) et les procédures officielles?</li><li>• Des groupes de population ont-ils été touchés différemment et, dans l'affirmative, pourquoi?</li><li>• Comment les intervenants d'urgence, les gestionnaires d'actifs et les décideurs ont-ils réagi à la vague de chaleur? Quelles mesures ont été prises et quand?</li><li>• Quelles répercussions à long terme, le cas échéant, le personnel a-t-il ressenties pendant ou après la réaction à l'événement?</li></ul>

Afin de cerner les facteurs politiques et institutionnels importants, nous nous sommes entretenus avec plus de 50 personnes expertes en matière de chaleur extrême ou dans nos domaines d'intervention, dont certaines ont participé à l'analyse des répercussions (c.-à-d., la deuxième étape) (tableau 2). Nous avons sélectionné les personnes interrogées de trois manières : les personnes figurant comme auteurs ou contributeurs dans les publications que nous avons examinées; les acteurs pertinents relevés lors d'un examen des organigrammes du gouvernement, et les recommandations d'autres personnes interrogées.

## QUATRIÈME ÉTAPE : Estimer les coûts potentiels de futurs épisodes de chaleur extrême pour la Colombie-Britannique.

Afin de cerner les facteurs politiques et institutionnels importants, nous nous sommes entretenus avec plus de 50 personnes expertes en matière de chaleur extrême ou dans nos domaines d'intervention, dont certaines ont participé à l'analyse des répercussions (c.-à-d., la deuxième étape) (tableau 2). Nous avons sélectionné les personnes interrogées de trois manières : les personnes figurant comme auteurs ou contributeurs dans les publications que nous avons examinées; les acteurs pertinents relevés lors d'un examen des organigrammes du gouvernement, et les recommandations d'autres personnes interrogées<sup>1</sup>.

Tableau 2

### Personnes interrogées dans le cadre du présent rapport

Organisation	Nombre de personnes interrogées
Gouvernement de la Colombie-Britannique, y compris les ministères, les organismes et les sociétés d'État <sup>2</sup>	21
Autorités sanitaires régionales et provinciales, autorité sanitaire des Premières nations et services de santé d'urgence de la C.-B	12
Personnel hospitalier, premiers répondants ou médecins	5
Organisations professionnelles ou syndicats	4
Administrations publiques fédérales, municipales et autochtones	3
Spécialistes du secteur universitaire ou privé et propriétaires d'entreprises	10
<b>Total</b>	<b>55</b>



29 juillet 2021 : les gens font la queue à la piscine de Second Beach dans le parc Stanley pour essayer de se rafraîchir pendant la vague de chaleur.

<sup>1</sup> Pour de plus amples détails, voir le rapport technique.

<sup>2</sup> Les personnes interrogées au sein du gouvernement de la Colombie-Britannique étaient affiliées à un certain nombre de ministères, d'organismes et de sociétés (ministère de la Santé, ministère de la Sécurité publique et du Solliciteur général, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, ministère de l'Eau, de la Gestion des terres et des ressources, WorkSafeBC, BC Hydro, etc.)



## Domaines d'intervention relatifs aux répercussions

Tableau 3

### Résumé de nos domaines d'intervention, des répercussions, des méthodes pour les estimations futures et les coûts futurs.

Domaine d'intervention	Répercussions <sup>3</sup>	Méthode pour les estimations futures	Coûts futurs
<b>Sécurité et productivité en milieu de travail</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enjeux de sécurité en milieu de travail</li> <li>Pertes de main-d'œuvre et de productivité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modélisation de l'offre de main-d'œuvre et des répercussions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Évolution de la productivité et de la rémunération de la main-d'œuvre</li> </ul>
<b>Santé humaine et systèmes de santé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décès directement liés à la chaleur</li> <li>Visites aux urgences et hospitalisations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modélisation des décès et des hospitalisations inattendus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pertes de bien-être social liées aux décès dus à la chaleur</li> <li>Coûts d'hospitalisation liés à la chaleur</li> </ul>
<b>Réseau électrique et systèmes de transport</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Endommagement de transformateurs et de lignes électriques</li> <li>Augmentation de la demande d'électricité</li> <li>Usure accrue des routes</li> <li>Perturbations des vols</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modélisation des répercussions sur les systèmes électriques et la demande en électricité</li> <li>Analyse qualitative des répercussions de la température sur les perturbations des vols</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coûts de réparation du système électrique</li> <li>Investissements dans le système électrique pour répondre à la nouvelle demande</li> <li>Coûts de réparation des routes</li> <li>Perturbations du transport ferroviaire</li> </ul>
<b>Systèmes alimentaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pertes de récoltes et décès d'animaux d'élevage</li> <li>Répercussions sur la vie marine</li> <li>Répercussions sur les aliments traditionnels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse qualitative des répercussions des températures sur l'agriculture</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas assez de données quantitatives pour calculer les coûts futurs</li> </ul>

Pour modéliser les répercussions futures des changements climatiques dans les quatre domaines d'intervention relatifs aux répercussions, nous avons d'abord dû comprendre à quoi pourrait ressembler le climat futur du Canada. Les études sur les effets des changements climatiques s'appuient généralement sur des modèles de circulation globale qui projettent les conditions climatiques futures en fonction des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Ces modèles fournissent une gamme de climats futurs possibles. Il existe en effet de nombreuses façons de représenter la complexité du système climatique mondial et les futures émissions de gaz à effet de serre reposent sur l'incertitude des choix sociétaux et politiques.

Nous avons utilisé les données de cinq modèles de circulation globale différents pour saisir une gamme de climats futurs potentiels au Canada<sup>4</sup> (figure 1). Nous avons tout d'abord évalué les répercussions et les coûts en utilisant les données de température quotidienne d'un scénario de « réchauffement élevé » (SSP5-8,5) (GIEC 2021). Nous avons ensuite évalué les répercussions dans le cadre d'un scénario de « réchauffement moyen » (fondé sur le scénario SSP2-4,5) en ajustant les résultats en fonction du profil de température projeté<sup>5</sup>. Lors de notre analyse à la fin de l'année 2022, les politiques et les mesures relatives aux gaz à effet de serre qui avaient été adoptées par les pays du monde entier n'étaient susceptibles de limiter le réchauffement qu'à environ 2,7 °C, soit un réchauffement modéré par rapport au scénario de réchauffement moyen (Climate Action Tracker 2022).

<sup>3</sup> Les coûts présentés dans le tableau 3 ne concernent que les effets directs de la chaleur et non les coûts des catastrophes supplémentaires auxquelles la chaleur contribue, comme les sécheresses et les incendies de forêt.

<sup>4</sup> Pour de plus amples détails, voir le rapport technique.

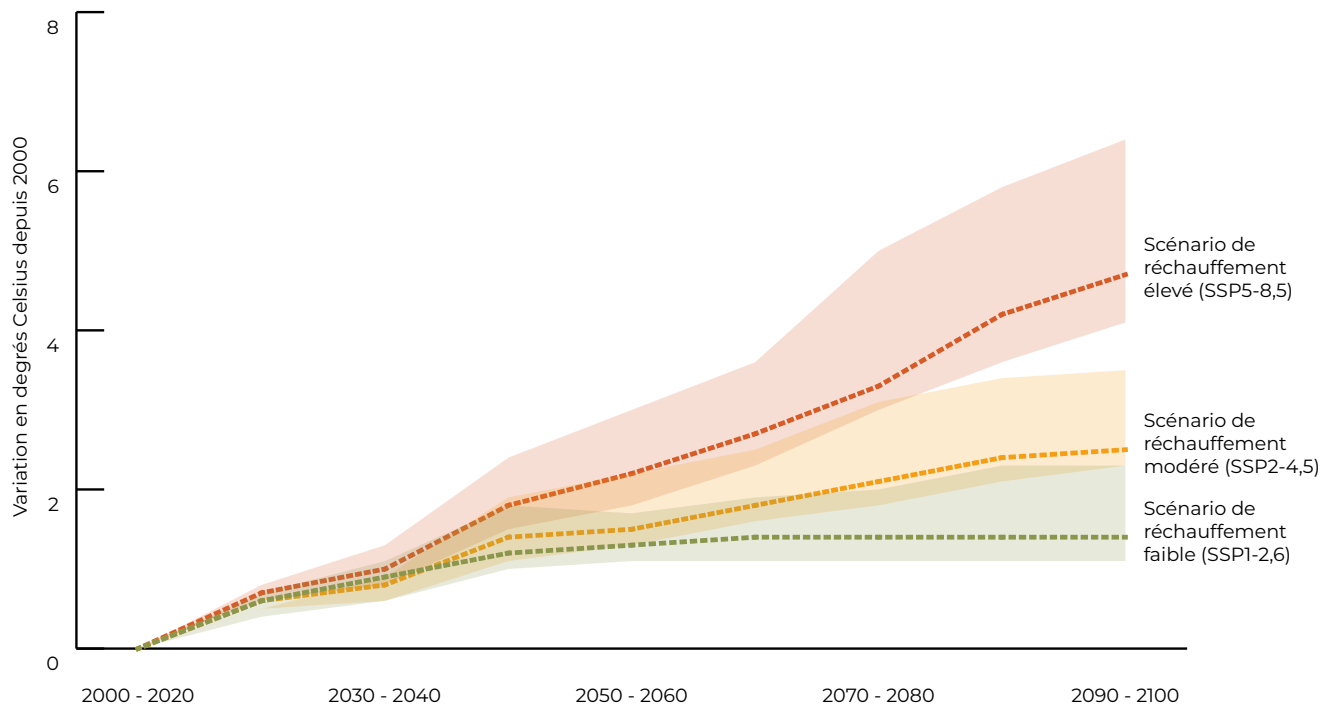
<sup>5</sup> Nous n'avons pas exécuté les modèles complets pour un scénario de réchauffement moyen (c.-à-d. SSP2-4,5), afin de réduire la puissance de calcul nécessaire. La pratique consistant à ajuster les répercussions d'un réchauffement élevé à d'autres scénarios de forçage radiatif est de plus en plus courante.



Figure 1

## Projection de l'évolution de la température à Vancouver en fonction du scénario de réchauffement

Projection de l'évolution de la température annuelle (°C) à Vancouver à l'aide des cinq modèles de circulation globale et selon les trois scénarios de réchauffement susmentionnés.



Pour les routes uniquement, notre modélisation a examiné les répercussions de l'évolution des précipitations et des cycles de gel-dégel, en plus de l'exposition à la chaleur.

### CINQUIÈME ÉTAPE : Analyser les coûts et avantages des mesures d'adaptation potentielles

Enfin, nous avons évalué les coûts et les avantages de certaines mesures d'adaptation que les gouvernements peuvent prendre pour mieux se préparer aux événements futurs. L'adaptation couvre un large éventail d'interventions et de mesures politiques visant à réduire les effets du climat sur les individus, les collectivités et l'économie. Les mesures d'adaptation peuvent être des mesures locales, menées par la collectivité, comme la formation de réseaux pour surveiller les voisins âgés, ou des mesures individuelles visant à améliorer la résistance aux conditions météorologiques extrêmes, telles que l'installation d'une pompe à chaleur pour maintenir la température de son domicile à un niveau sûr. Dans le présent rapport, nous nous concentrons principalement sur les adaptations

particulières que les administrations publiques peuvent faciliter par des interventions politiques et de gouvernance, telles que l'augmentation de l'utilisation du refroidissement mécanique, la réduction des effets d'îlot de chaleur urbain et l'amélioration de la préparation aux catastrophes et des processus de réponse.

Pour analyser les coûts et les avantages de certaines mesures d'adaptation, nous avons d'abord évalué les politiques et les mesures discutées dans la documentation sur les vagues de chaleur et dans les évaluations internationales de suivi des mesures d'adaptation. Nous avons ensuite examiné les interventions qui permettraient de remédier aux vulnérabilités relevées à la troisième étape. Enfin, nous avons réduit notre champ d'action en nous basant sur les résultats de politiques ayant établi des relations quantitatives entre l'exposition à la chaleur et les effets sur la santé. Cela nous a permis de modéliser l'efficacité des mesures d'adaptation. Pour calculer les coûts et les avantages de chaque mesure d'adaptation, nous avons exécuté nos modèles répercussions-coûts de nouveau avec une

nouvelle série d'hypothèses relatives à l'exposition et à la température, selon l'efficacité estimée de la mesure. Nous avons ensuite calculé les avantages de chaque scénario d'adaptation, c'est-à-dire la différence entre les répercussions et les coûts dans le cadre du scénario de réchauffement élevé futur, avec et sans les mesures d'adaptation adoptées. Enfin, nous avons calculé le retour sur investissement de quelques mesures d'adaptation pour lesquelles les coûts d'adaptation ont pu être estimés à l'aide d'une analyse standard des flux de trésorerie actualisés.

## Champ d'application et limites

Ce rapport a été commandé par le gouvernement de la Colombie-Britannique pour définir les répercussions et les coûts économiques de la vague de chaleur de 2021, les facteurs qui ont contribué à ces répercussions, ainsi que les coûts et les avantages des mesures d'adaptation qui pourraient les réduire à l'avenir. Compte tenu de cette portée, notre analyse s'est concentrée sur les interventions politiques pour lesquelles il existe suffisamment de preuves quantitatives pour en estimer l'efficacité.

Étant donné que l'analyse quantitative ne permet pas à elle seule de saisir les détails du contexte et des expériences et décisions individuelles, nous avons également utilisé des données qualitatives issues d'entretiens avec des spécialistes et des administrations publiques pour sélectionner les domaines d'intervention relatifs aux répercus-

sions, cerner les vulnérabilités, combler certaines lacunes dans les données et fournir un contexte supplémentaire.

Notre analyse s'est appuyée sur des données publiques provenant d'études évaluées par des pairs, de rapports et de dossiers gouvernementaux et de bases de données en ligne, ainsi que sur des informations fournies directement par les ministères et les organismes gouvernementaux provinciaux. Il est possible que nous n'ayons pas eu accès à d'autres informations sur les coûts et les répercussions de la vague de chaleur.

En outre, d'autres interventions proactives ou « en amont » (telles que l'amélioration de l'accès aux services de santé mentale ou la transformation des pratiques agricoles) dépassaient le cadre de cette analyse, mais pourraient apporter des avantages substantiels. Des recherches plus approfondies sur la manière dont ces types d'interventions peuvent réduire les risques pour la santé ou d'autres risques sont nécessaires avant de pouvoir quantifier leurs avantages.

Les méthodes quantitatives d'évaluation des risques liés aux changements climatiques, de répercussions économiques, de coûts-avantages et d'analyse politique sont utiles pour caractériser de nombreux effets et résultats globaux à l'échelle de l'économie ou de la société. Toutefois, ces méthodes ne permettent souvent pas de saisir des détails importants sur la manière dont les différentes personnes ressentent les répercussions, sur la façon dont les politiques les touchent et sur les raisons pour



*Jeudi 29 juillet 2021 : La fumée des feux de forêt remplit l'air à Sicamous, en Colombie-Britannique, alors que les gens participent à des activités de plein air, même si l'air est 18 fois supérieur aux recommandations de l'OMS en matière d'exposition. LA PRESSE CANADIENNE/Jason Franson*

lesquelles elles se comportent et réagissent d'une certaine manière. Les analyses quantitatives peuvent également renforcer l'accent mis sur l'évaluation monétaire, basée sur le marché, qui occulte les différentes valeurs, perspectives et visions du monde, y compris celles des groupes marginalisés et de ceux qui ont droit à l'équité.

L'histoire de ce qui s'est passé pendant la vague de chaleur en Colombie-Britannique est en fin de compte un récit de la façon dont la vie des gens a été touchée. C'est pourquoi, en plus de quantifier les répercussions et leurs coûts, nous avons utilisé des méthodes de recherche qualitative pour comprendre non seulement ce qui s'est passé, mais aussi pourquoi.

Nous avons interrogé des personnes chargées des interventions d'urgence et des pouvoirs publics, telles que des professionnels de la santé et des fonctionnaires, ainsi que des personnes ayant observé directement les effets de la crise, telles que des propriétaires d'entreprises et des producteurs agricoles. Ces données qualitatives ont été essentielles pour analyser les différentes répercussions des urgences relatives à la chaleur et les raisons pour lesquelles les systèmes ne protégeaient pas toujours les personnes, les collectivités et l'économie.

Nous n'avons pas parlé directement avec des personnes ayant été touchées de manière disproportionnée par la vague de chaleur, comme des personnes âgées isolées, des personnes souffrant de maladies chroniques et de maladies mentales, et des personnes vivant dans des logements publics et des établissements institutionnels.

Nous n'avons pas non plus interrogé des personnes dont la santé a été gravement affectée ou menacée pendant la catastrophe. Des travaux supplémentaires sont également nécessaires pour comprendre l'expérience directe des responsables communautaires, des premiers répondants, des prestataires de soins de santé et des fonctionnaires qui travaillaient sous une pression extrême et prenaient des décisions de vie ou de mort. Les points de vue de ces groupes doivent être mieux documentés, afin d'éclairer les décisions sur la manière d'éviter qu'une catastrophe du même niveau que la vague de chaleur de 2021 en Colombie-Britannique se répète.

Enfin, bien que nous discutons de certaines répercussions non économiques, de la justice et des dimensions d'équité relatives aux chaleurs extrêmes, un processus de mobilisation complet avec les communautés en quête d'équité, en particulier les collectivités autochtones, dépassait la portée de ce rapport. Notre analyse s'est concentrée sur les interventions d'adaptation pertinentes pour le gouvernement de la Colombie-Britannique, les autorités sanitaires régionales et les municipalités. Lors de la mise en œuvre de ces mesures ou d'autres mesures d'adaptation, les administrations publiques et les agences devraient communiquer avec des dirigeants autochtones, des détenteurs de droits et les personnes les plus directement touchées par les chaleurs extrêmes, afin de veiller à ce que leurs besoins et leurs points de vue soient pris en compte et que ces mesures ne créent pas d'autres préjudices ou n'exacerbent pas les vulnérabilités systémiques.



*Un travailleur des services publics effectue des réparations sur un transformateur connecté à une ligne électrique de 11 000 volts.*





# 3 SÉCURITÉ ET PRODUCTIVITÉ EN MILIEU DE TRAVAIL

Dans la présente section, nous décrivons d'abord les effets de la vague de chaleur de 2021 sur les travailleurs, puis les effets potentiels de futurs épisodes de chaleur extrême sur la productivité du travail. Nous décrivons ensuite les vulnérabilités qui influencent la façon dont les chaleurs extrêmes touchent les travailleurs et la productivité. Enfin, nous analysons les coûts et les avantages de certaines mesures d'adaptation.

## Répercussions et coûts en matière de sécurité et de productivité en milieu de travail

La vague de chaleur de 2021 a entraîné des coûts pour les travailleurs et les employeurs à plusieurs égards : blessures et stress liés à la chaleur entraînant des pertes de revenus, fermeture de services entraînant des absences au travail et baisse de la productivité du travail. Les coûts ont touché à la fois les employés et l'économie de la Colombie-Britannique.

## Les blessures et le stress liés à la chaleur en milieu de travail ont augmenté pendant la vague de chaleur de 2021

La chaleur extrême est associée à une augmentation des blessures en milieu de travail (Adam-Poupart et coll. 2021). Les données de WorkSafeBC<sup>6</sup> montrent que les accidents du travail liés à la chaleur et nécessitant une indemnisation ont augmenté de 180 % pendant la vague de chaleur par rapport à la moyenne des trois années précédentes (WorkSafeBC 2022b). Le coût moyen des réclamations

liées à la chaleur en milieu de travail pour l'ensemble de l'année 2021 était de 2 800 \$ par travailleur; 62 % de ces réclamations ont été déposées entre le 25 juin et le 7 juillet (WorkSafeBC 2023; WorkSafeBC 2022b).

Les travailleurs des industries de plein air présentent généralement un risque plus élevé de maladies professionnelles liées à la chaleur, en raison d'une exposition plus longue à la chaleur, d'un faible contrôle de la température du lieu de travail et de la nature pénible du travail (Gosselin et coll. 2022; Weinberger et coll. 2023). Cependant, le 28 juin 2021, WorkSafeBC a averti pour la première fois les employeurs que « tous les travailleurs sont potentiellement à risque », reflétant une préoccupation croissante concernant les industries intérieures (WorkSafeBC 2021). Les données le confirment : plus d'un tiers des réclamations liées au stress thermique en 2021 concernaient des travailleurs travaillant principalement à l'intérieur (p. ex., cuisines de restaurants, entrepôts), contre environ 20 % des réclamations liées à l'industrie intérieure en moyenne les années précédentes (Weinberger et coll. 2023; WorkSafeBC 2022b).

<sup>6</sup> La Commission des accidents du travail de C.-B. (WorkSafeBC) est l'organisme provincial chargé d'indemniser les travailleurs blessés au travail et de promouvoir la prévention des blessures, des maladies et des affections en milieu de travail.



## Encadré 2

# Les travailleurs migrants sont particulièrement vulnérables à la chaleur

Les travailleurs migrants du secteur agricole sont particulièrement vulnérables à la chaleur extrême en raison de la nature pénible de leur travail, des longues heures de travail et de la promiscuité des logements (Cohen 2019; Lee et Parfitt 2022; Emploi et développement social Canada 2022). La majorité des travailleurs étrangers temporaires du secteur agricole canadien se trouvent en Colombie-Britannique. En 2021, la province comptait plus de 10 000 travailleurs migrants (Statistique Canada 2022a). Une enquête menée en 2021 auprès des travailleurs étrangers temporaires du secteur agricole canadien a révélé que 43 % d'entre eux n'avaient pas accès à des logements climatisés ou refroidis (Emploi et développement social Canada 2022). La vague de chaleur de 2021 a contraint certaines exploitations de fruits et légumes à annuler des quarts de travail et des exploitations de vergers ont modifié leur période de récolte pour qu'elles aient lieu après minuit, afin de réduire le stress thermique pour les travailleurs (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2021b; 2021c). Les médias ont également fait état de conditions de vie potentiellement dangereuses pour les travailleurs agricoles migrants dans la région de l'Okanagan, en raison du manque de climatisation et de ventilateurs (Penticton Western News 2021).



*Victoria B.C. : Des travailleurs agricoles migrants sarclent les mauvaises herbes dans un champ de fruits et légumes.*

## Fermeture de lieux de travail et d'autres installations entraînant une perte potentielle de revenus, une réduction des services et une diminution de la production économique

La vague de chaleur de 2021 a entraîné des fermetures temporaires de lieux de travail, d'établissements scolaires et de garderies dans toute la Colombie-Britannique. De nombreux restaurants, usines, brasseries, commerces de détail, bureaux et centres de loisirs ont volontairement fermé leurs portes ou réduit leurs heures de travail (Burchell 2021; Judd 2021a; CBC News 2021; McLean 2021; McIntyre 2021; Bethlehem 2021; Ghossoub 2021). La plupart de ces fermetures ont eu lieu dans les basses-terres continentales et sur l'île de Vancouver, dans des espaces dépourvus de refroidissement mécanique ou dont les systèmes de ventilation et de climatisation avaient mal fonctionné en raison d'une utilisation excessive (Gouvernement de Colombie-Britannique 2022b). La Construction Safety Alliance de C.-B. a également déclaré que le 29 juin, au moins 30 entrepreneurs en construction de l'ensemble de la Colombie-Britannique avaient ralenti ou arrêté les travaux (McIntyre 2021).

Dix des douze districts scolaires publics des basses-terres continentales ont fermé leurs portes le 28 juin (Holliday 2021); c'était la première fois que les établissements scolaires de la région fermaient en raison de la chaleur extrême (Judd 2021b). Bien que nous ne disposions pas de données sur le nombre d'établissements de garde d'enfants ayant fermé leurs portes, des rapports indiquent que les fermetures de garderies et d'écoles ont eu des répercussions sur la dotation en personnel de santé (Gouvernement de la Colombie-Britannique 2022b; Vancouver Coastal Health et Fraser Health 2022; FOI:VCH-2022-F-108).

## La productivité du travail a diminué en raison de la fatigue liée à la chaleur et de la nécessité de faire plus de pauses

Les températures élevées en milieu de travail sont associées à une baisse de la productivité. Des études montrent que les travailleurs doivent faire des pauses plus longues, travailler moins d'heures et/ou ralentir pour éviter la fatigue en cas de chaleur extrême (Varghese et coll. 2018; Vanos et coll. 2019; Kabore et Rivers 2023). Cela peut avoir des répercussions économiques importantes. Une étude a estimé

Lors de la vague de chaleur de 2021, les travailleurs ont été exposés à la chaleur pendant des périodes plus longues que les années précédentes, y compris à la maison; ce qui a encore réduit la productivité du travail et aggravé les dangers de l'exposition à la chaleur au travail.



que les pertes de PIB liées à la vague de chaleur de 2009 en Colombie-Britannique s'étaient élevées à environ 50 millions de dollars (l'équivalent de 64 millions de dollars en 2022) (Stewart et coll. 2017). Une analyse de la vague de chaleur de 2021 estime que les travailleurs ont perdu entre 205 et 328 millions de dollars de revenus (sur la base d'une réduction estimée de 40 à 60 % des heures travaillées pendant une période de quatre jours) (Lee et Parfitt, 2022)<sup>7</sup>.

Les effets de la chaleur sur la productivité ont également touché les services essentiels, notamment les services de santé et de sécurité publique. Les autorités sanitaires Vancouver Coastal et de Fraser ont documenté plusieurs répercussions sur la productivité pendant la vague de chaleur de 2021. Par exemple, le personnel de soins de santé a souffert de stress thermique lors de ses trajets entre leur domicile et le travail et de ses déplacements professionnels dans l'ensemble de Vancouver, en particulier les personnes utilisant les transports en commun, la marche ou le vélo (Vancouver Coastal Health et Fraser Health 2022). En conséquence, l'efficacité du travail a diminué en raison de la fatigue; ce qui a entraîné des retards du personnel se déplaçant pour rendre visite aux patients, et le personnel a eu besoin de plus de temps pour s'occuper des patients (p. ex., tâches supplémentaires relatives au bain). Le BC Wildfire Service a également réduit les heures de travail du personnel de première ligne (Gouvernement de la Colombie-Britannique 2022b).

L'exposition prolongée à la chaleur, y compris les températures élevées pendant la nuit, exacerbe la fatigue liée à la chaleur chez les travailleurs (McInnes et coll. 2017; Legault et coll. 2017). Les entretiens avec les organismes provinciaux et les employeurs ont confirmé que de nombreux travailleurs ont éprouvé des difficultés à trouver un répit après le travail. Cela s'explique en partie par les températures nocturnes élevées, qui ne sont pas descendues en dessous de 20 °C pendant une partie de la vague de chaleur (ECCC 2021). L'accès limité à la climatisation mécanique à domicile a également été un facteur; en 2021, 64 % des ménages de la Colombie-Britannique n'avaient pas de système de climatisation (Statistique Canada 2023d). Les travailleurs ont donc été exposés à la chaleur pendant des périodes plus longues que les années précédentes, y compris à la maison; ce qui a encore réduit la productivité du travail et aggravé les dangers de l'exposition à la chaleur en milieu de travail.

### Vulnérabilités en matière de sécurité et de productivité en milieu de travail

Nous avons recensé plusieurs obstacles à l'adaptation à la chaleur en milieu de travail liés aux systèmes physiques et aux établissements institutionnels (tableau 4.)

Tableau 4

## Vulnérabilités en matière de sécurité et de productivité en milieu de travail ayant contribué aux répercussions de la vague de chaleur de 2021

Systèmes physiques	Établissements institutionnels
<ul style="list-style-type: none"> <li>Absence d'infrastructure de refroidissement en milieu de travail</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peu d'orientations institutionnelles sur la manière de prévenir le stress thermique chez les travailleurs</li> <li>Informations sur la sécurité thermique insuffisantes pour les employeurs et les travailleurs</li> <li>Manque potentiel de capacité à faire respecter les normes professionnelles</li> </ul>

<sup>7</sup> Les secteurs inclus dans cette analyse sont la réparation et l'entretien d'automobiles, la restauration, les services sociaux et la garde d'enfants, l'industrie manufacturière, la construction et l'agriculture.



## Une infrastructure de refroidissement insuffisante en milieu de travail a aggravé le risque

La réglementation provinciale exige des employeurs qu'ils maintiennent les températures intérieures et les niveaux d'humidité dans des fourchettes de confort acceptables définies par WorkSafeBC (WorkSafeBC 2005a). Cependant, nous avons constaté que de nombreux employeurs de la province n'ont pas maintenu une plage de température sûre pendant la vague de chaleur de 2021, en partie à cause d'un manque d'infrastructures de refroidissement adéquates sur le lieu de travail. En 2019, 37 % des comptes commerciaux et industriels de BC Hydro ne disposaient pas de système de climatisation dans au moins une partie de leur espace clos (BC Hydro 2019).

WorkSafeBC a également signalé que les travailleurs se trouvant dans des bâtiments dépourvus de systèmes de refroidissement et de ventilation adéquats couraient un risque plus élevé de blessures liées à la chaleur pendant la vague de chaleur de 2021 (WorkSafeBC 2022b). Les entretiens avec les organismes provinciaux confirment ce constat, soulignant que le manque d'infrastructures de refroidissement empêche certains lieux de travail de fonctionner en toute sécurité.

## La connaissance et la sensibilisation des travailleurs et des employeurs en matière de risques liés à la chaleur étaient incomplètes

Des entretiens avec des organismes gouvernementaux et une divulgation de WorkSafeBC au titre de la Loi sur l'accès à l'information montrent que les employeurs et les travailleurs

n'étaient pas certains des règles de sécurité en matière de température, ne savaient pas toujours comment protéger le personnel de la chaleur et étaient surpris par la façon dont la chaleur influe sur la sécurité et la productivité des travailleurs (FOI:WCB-2022-1333). Entre le 28 et le 30 juin, WorkSafeBC a reçu en moyenne 400 appels par jour, contre 100 appels en moyenne au cours de la même période en 2018 et en 2019 (FOI:WCB-2022-1333). Soixante-dix-neuf pour cent de ces appels concernaient des questions posées par des employeurs, des travailleurs et des clients, dont beaucoup portaient sur le seuil de température qui devrait déclencher la fermeture d'un lieu de travail et sur la manière de garantir la sécurité des lieux de travail en l'absence de refroidissement mécanique. Le 28 juin, WorkSafeBC a conseillé aux employeurs d'« envisager la fermeture des lieux de travail pendant la vague de chaleur » (WorkSafeBC 2021). La fermeture des lieux de travail n'est cependant pas toujours une option : les travailleurs des services essentiels qui ont dû passer du temps à l'extérieur, comme les ambulanciers paramédicaux et les pompiers, ont souffert de problèmes de santé et de productivité pendant la vague de chaleur.

Le nombre moyen d'appels à WorkSafeBC était particulièrement élevé pour les lieux de travail intérieurs. Les appels provenant de lieux d'hébergement, de restauration et de loisirs ont été multipliés par sept environ pendant la vague de chaleur de 2021 par rapport à la même période les années précédentes, tandis que les appels provenant des lieux de soins de santé et d'assistance sociale ont été multipliés par cinq environ (figure 2). Cela montre qu'il existe des lacunes dans la connaissance de la sécurité thermique au travail dans les industries qui ont historiquement peu d'expérience en matière de chaleur extrême.

Les travailleurs se trouvant dans des bâtiments dépourvus de systèmes de refroidissement et de ventilation adéquats couraient un risque plus élevé de blessures liées à la chaleur pendant la vague de chaleur de 2021.

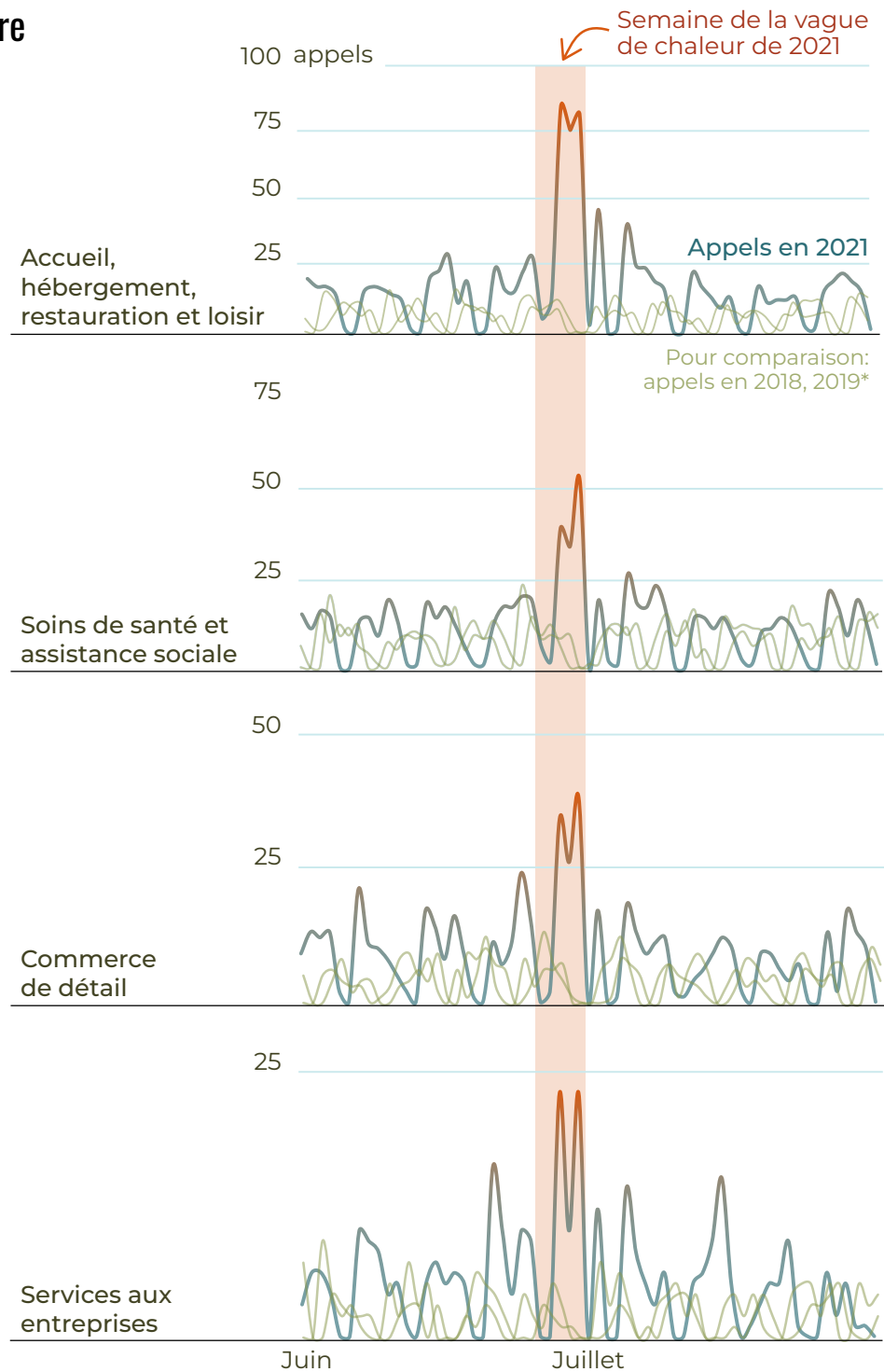




Figure 2

## Les appels à WorkSafeBC ont augmenté de manière significative pendant la vague de chaleur.

Les appels étaient élevés pour les environnements de travail à l'intérieur, car ils avaient peu d'expérience pour assurer la sécurité des employés dans des chaleurs extrêmes



\*Les données de 2020 n'ont pas été incluses, car la pandémie de COVID19 a eu d'importantes répercussions sur les volumes d'appels à WorkSafeBC, rendant toute comparaison difficile.

Source: WorkSafeBC 2022

## Les orientations et l'application des mesures de lutte contre la chaleur en milieu de travail n'étaient pas cohérentes

Des recherches ont montré que les normes thermiques en milieu de travail ont plus de chances d'être respectées si elles sont simples, concises et communiquées de manière cohérente par les employeurs (Vanos et coll. 2019; McInnes et coll. 2017; Organisation internationale du travail 2019). Cependant, de nombreux employeurs de Colombie-Britannique ont trouvé que les normes professionnelles relatives à la prévention du stress thermique étaient confuses et incohérentes. Les entretiens avec les organismes gouvernementaux et les employeurs ont révélé que les directives institutionnelles actuelles sur la chaleur extrême en Colombie-Britannique ne sont pas faciles à comprendre ou à appliquer. WorkSafeBC ne fixe pas de seuil de température intérieure sûre en milieu de travail. Au lieu de cela, ses lignes directrices font référence à de vastes plages de températures intérieures et de limites d'exposition à la chaleur qui dépendent des niveaux d'acclimatation des travailleurs, de l'intensité physique du travail et de la fréquence à laquelle les travailleurs peuvent se reposer (WorkSafeBC 2005; ACGIH 2019).

Des études montrent qu'en raison des changements climatiques, les travailleurs seront exposés à la chaleur pendant des périodes de plus en plus longues, y compris pendant la nuit (Legault et coll. 2017; McInnes et coll. 2017). Cependant, les limites d'exposition actuelles supposent que l'exposition des travailleurs à la chaleur ne dure que huit heures (c.-à-d., la durée d'un quart de travail typique) (WorkSafeBC 2005; ACGIH 2019). Si les employeurs peuvent s'adapter partiellement à ces conditions en modifiant les horaires de travail ou en diminuant la charge de travail, les normes professionnelles ne suffiront probablement pas à protéger les travailleurs contre les chaleurs extrêmes.

La capacité peut également constituer un obstacle pour les organismes gouvernementaux chargés d'appliquer les normes d'exposition à la chaleur, d'autant plus qu'un plus grand nombre de travailleurs seront touchés par les vagues de chaleur à l'avenir. Si les organismes tels que WorkSafeBC n'ont pas la capacité suffisante pour faire respecter les normes professionnelles et guider les employeurs de tous les secteurs, davantage de blessures liées à la chaleur pourraient se produire. Le pic soudain d'appels à WorkSafeBC pendant la vague de chaleur de 2021 montre le potentiel d'augmentation des besoins en capacité à l'avenir.



Les travailleurs seront exposés à la chaleur pendant des périodes de plus en plus longues, y compris pendant la nuit.

## Répercussions et coûts futurs en matière de main-d'œuvre

### Les effets de la chaleur sur la productivité du travail augmenteront au cours des prochaines décennies en l'absence d'adaptation

Nous avons modélisé les répercussions futures des chaleurs extrêmes sur l'offre de main-d'œuvre en Colombie-Britannique dans six groupes d'industries à haut risque : 1) l'agriculture, la foresterie, la pêche et la chasse, 2) les mines, les carrières et l'extraction de pétrole et de gaz, 3) les services publics, 4) la construction, 5) la fabrication, et 6) les transports et l'entreposage. Même si les industries intérieures autres que l'industrie manufacturière sont de plus en plus préoccupantes, nous avons sélectionné ces six industries parce que les travailleurs sont principalement à l'extérieur, dans des endroits mal refroidis, ou travaillent à proximité d'une chaleur rayonnante. Ensemble, ces secteurs représentent près de 20 % de la main-d'œuvre de la province et près de 30 % de son PIB (BC Statistics 2022). Nous avons utilisé des relations quantitatives qui établissent une corrélation entre l'exposition à la chaleur et l'offre de main-d'œuvre pour calculer les répercussions de l'exposition à des températures quotidiennes élevées pour chaque secteur à haut risque (ESSA 2020). Nous avons analysé les répercussions sur l'offre de main-d'œuvre pour chaque ville de la Colombie-Britannique. Cette approche localisée nous a permis de modifier la composition du secteur du travail pour chaque ville et village sur la base des données du recensement de 2021 et des projections de croissance.

Nous avons constaté que la hausse des températures aura des répercussions de plus en plus négatives sur l'offre de main-d'œuvre en Colombie-Britannique au cours des prochaines décennies. Notre modélisation montre que, dans le cadre d'un scénario de réchauffement élevé, la chaleur extrême entraînera la perte d'environ 500 000 heures de travail par an dans la province dans les années 2030; ce qui équivaut à une perte annuelle d'environ 22 millions de dollars en salaires et traitements, soit plus du double des répercussions de la chaleur sur les salaires de ces 20 dernières années. D'ici le milieu du siècle, la perte annuelle sera d'environ un million d'heures travaillées. Dans un scénario de réchauffement moyen, notre modélisation suggère qu'une perte annuelle de 850 000 heures

travaillées par an est possible d'ici le milieu du siècle; cette perte est d'environ 27 % inférieure aux pertes du scénario de réchauffement élevé.

D'ici le milieu du siècle, nous estimons que les effets sur la productivité associés à la réduction de l'offre de main-d'œuvre pourraient aller de 1 à près de 5 % de pertes de PIB projeté dans les secteurs à haut risque modélisés, soit un total de 122 millions de dollars de pertes de PIB par an pour l'ensemble des six secteurs d'activité. Nous estimons que les répercussions les plus importantes en termes de perte de PIB concerneront le secteur manufacturier, qui pourrait subir une perte de 4,5 % due aux effets de la chaleur d'ici le milieu du siècle. Nous avons constaté que les répercussions sur le secteur des transports et de l'entreposage ainsi que sur le secteur de la construction pourraient se traduire par des pertes d'environ 4 % du PIB futur en l'absence de mesures d'adaptation. La majeure partie de cette baisse de la productivité du travail se produira au cours des mois de juillet et d'août. Parmi les secteurs modélisés, nous avons estimé que la plus faible variation du PIB en pourcentage concernerait le secteur des mines, du pétrole et du gaz, probablement parce que ce secteur emploie plus de personnes dans des régions moins chaudes de la province.

## Interventions d'adaptation du milieu de travail

En fonction des vulnérabilités relevées, nous avons évalué les avantages potentiels de deux séries d'interventions d'adaptation susceptibles de réduire les répercussions des chaleurs extrêmes sur la sécurité et la productivité des milieux de travail. La première adaptation consiste à déplacer les horaires de travail vers des périodes plus fraîches de la journée et la seconde, à augmenter le temps que les travailleurs en extérieur passent à l'ombre. Nos hypothèses de base pour chacune de ces interventions d'adaptation sont présentées ci-dessous et des détails supplémentaires figurent dans le rapport technique. Nous avons analysé les coûts et les avantages de l'adaptation pour les deux plus grandes villes de chaque région de la Colombie-Britannique, qui représentent environ 80 % de la population de la province.

Horaires de travail :

- ✦ Lorsqu'un avertissement de chaleur est annoncé, les employeurs programment le travail à des heures plus fraîches de la journée.

- ✦ Nous supposons que les heures de travail de 9 heures à 17 heures deviennent 5 heures à 13 heures.
- ✦ Nous supposons que cette adaptation administrative du milieu de travail s'applique à tous les travailleurs, à l'exception de ceux qui travaillent actuellement dans des équipes régulières de soir ou de nuit, et ce pour les six groupes industriels que nous avons modélisés

Augmentation de l'ombrage pour les personnes travaillant à l'extérieur :

- ✦ Lorsqu'un avertissement de chaleur est annoncé, les employeurs demandent à leurs employés travaillant à l'extérieur de passer la moitié de leur journée à l'ombre
- ✦ Nous supposons que 65 % des travailleurs de tous les groupes industriels modélisés, à l'exception de l'industrie manufacturière, travaillent à l'extérieur.

### L'adaptation des horaires de travail pourrait permettre d'économiser des millions de dollars

Changer le moment de la journée où les gens travaillent peut limiter les répercussions sur la productivité et réduire les risques pour la santé sur les lieux de travail exposés à la chaleur. Nous estimons que dans les années 2030, l'adaptation des horaires de travail permettrait de réduire de 9 % les répercussions de la chaleur sur le PIB des industries à haut

risque. Cela équivaut à une réduction d'environ 4 millions de dollars par an des pertes de PIB liées à la chaleur pour la province. D'ici le milieu du siècle, nous estimons que l'adaptation des horaires de travail permettrait de réduire de 24 % les effets de la chaleur sur le PIB dans le cadre d'un scénario de réchauffement élevé. Nous avons calculé que le retour sur investissement se situerait entre 7,30 \$ et 1,20 \$ pour chaque dollar investi, dans des régions de la province comprenant d'importants secteurs de l'économie se déroulant à l'extérieur.

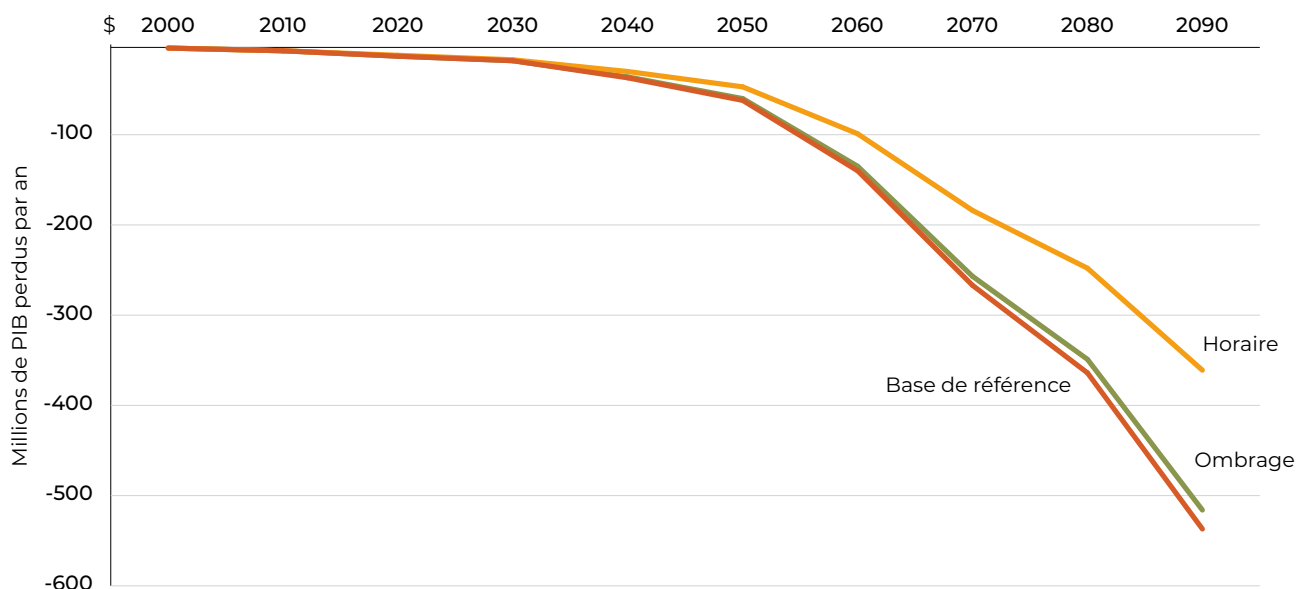
### L'augmentation de l'ombrage pourrait réduire marginalement les répercussions

L'augmentation du temps pendant lequel les travailleurs peuvent travailler à l'ombre peut réduire les températures auxquelles les travailleurs extérieurs sont exposés et atténuer certains effets sur la productivité au travail. Nous estimons que l'augmentation de l'ombre pour les travailleurs à l'extérieur pourrait entraîner une baisse de 1 % des répercussions sur le PIB dans les années 2030. Cela équivaut à une réduction des pertes de PIB liées à la chaleur pour la province d'un demi-million de dollars par an. Au milieu du siècle, nous estimons que la mise en place de dispositifs d'ombrage pour les travailleurs en extérieur permettrait de réduire de 3 % les effets de la chaleur sur le PIB dans le cadre d'un scénario de réchauffement élevé (figure 3).

Figure 3

## Les chaleurs extrêmes réduiront la productivité et entraîneront des pertes de PIB

Les interventions d'adaptation, telles que la modification des horaires de travail et l'augmentation de l'ombrage, peuvent réduire les pertes dans le cadre d'un scénario de réchauffement élevé.







# 4 SANTÉ HUMAINE ET SYSTÈMES DE SANTÉ

Dans la présente section, nous évaluons les coûts et les répercussions sanitaires associés à la vague de chaleur de 2021, puis nous examinons la façon dont les changements climatiques pourraient influencer sur les répercussions et les coûts associés aux vagues de chaleur dans les décennies à venir. Nous décrivons ensuite les principales vulnérabilités ayant influencé les répercussions et les coûts des chaleurs extrêmes. Enfin, nous analysons les coûts et les avantages de nouvelles mesures d'adaptation.

Les effets les plus meurtriers et les coûts économiques les plus élevés de la vague de chaleur de 2021 étaient liés à la santé des personnes. C'est pourquoi, en plus des méthodes décrites dans la section Notre approche (page 12), nous avons également analysé les répercussions et les coûts connexes du point de vue du système de santé, en utilisant les dossiers médicaux et les données du système de santé. Nous répartissons les coûts et les répercussions sur la santé humaine et les systèmes de santé dans des régions correspondant aux limites juridictionnelles des cinq régions sanitaires de la Colombie-Britannique (figure 4).

Il existe trois trajectoires générales des effets de la chaleur sur la santé (Santé Canada 2011) :

1. des maladies mineures qui peuvent se résoudre d'elles-mêmes, en particulier si les personnes ne souffrent pas de maladies sous-jacentes et si elles peuvent se rafraîchir et se réhydrater; elles n'entraînent généralement pas de coûts de santé ni d'effets durables sur la santé et le bien-être;
2. des complications graves nécessitant des soins médicaux; elles entraînent des coûts de santé modérés à importants et, dans certains cas, des maladies de

longue durée ou à vie;

3. des résultats mortels ayant des conséquences significatives, notamment sur la santé mentale et le bien-être des proches des personnes décédées, des coûts sociétaux liés à la VVS (voir l'encadré 3, page 30) et pouvant entraîner des coûts de santé.

Nous avons utilisé trois sources de données primaires pour estimer le nombre de personnes correspondant à chacune de ces catégories pendant la canicule de 2021 et leurs répercussions respectives :

1. des données du bureau des coroners de C.-B., afin de déterminer le nombre de personnes décédées des suites d'une maladie liée à la chaleur;
2. des données administratives anonymes du ministère de la Santé, pour calculer les visites aux urgences et les hospitalisations liées à la chaleur, ainsi que la composition des maladies présentées;
3. des données issues de l'examen des dossiers des patients, afin de valider l'utilisation des ressources pour les maladies graves et les patients décédés<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Pour de plus amples détails, voir le rapport technique.

Enfin, nous avons évalué le coût des répercussions en estimant à la fois les coûts directs des ressources et la volonté de payer pour éviter la maladie et le décès. Les coûts directs des services de santé ont été calculés sur la base des profils

de maladie (durée du séjour du patient à l'hôpital et diagnostic). Les coûts sociétaux résultant des décès prématurés ont été évalués en termes financiers en utilisant la valeur d'une vie statistique (VVS) (voir encadré 3).

Figure 4

### Régions sanitaires de la Colombie-Britannique



## Valeur d'une vie statistique

La valeur d'une vie statistique (VVS) estime l'équivalent en dollars de l'avantage social découlant de la prévention de la perte d'une vie au sein d'une population. Même si personne ne paie la VVS lorsque quelqu'un meurt, il s'agit d'une estimation de la volonté collective de la société de payer pour réduire le risque de décès (Chestnut et coll. 2009). Les économistes calculent la VVS en fonction des décisions quotidiennes des individus en matière d'acceptation des risques, telles que le montant du salaire supplémentaire requis pour un emploi plus risqué. Ils calculent également la VVS en interrogeant directement les individus sur leur volonté de payer pour réduire leur risque de décès. Sur la base des recommandations du gouvernement du Canada, nous utilisons une VVS de 8,89 millions de dollars de 2022 par vie perdue (gouvernement du Canada 2022). Les gouvernements utilisent fréquemment la VVS pour éclairer les analyses coûts-bénéfices des politiques publiques.

La VVS peut être un outil utile pour évaluer les répercussions des catastrophes, en particulier dans le cas d'événements tels que des chaleurs extrêmes, qui n'entraînent pas nécessairement de coûts élevés en termes de dommages directs, mais qui ont des conséquences extrêmement importantes sur le plan humain. En évaluant les coûts sociétaux des décès inattendus en termes financiers, les décideurs peuvent prendre en compte les avantages potentiels de la prévention des décès dans les mêmes unités que les coûts de la prévention de ces décès, et attribuer les ressources en conséquence. Cependant, la VVS ne vise pas à réduire la valeur de la vie humaine à des termes purement monétaires. La modélisation de la VVS présente certaines limites, notamment l'homogénéisation de la population, ainsi que le reflet de la volonté privée de payer pour une faible réduction du risque; elle ne tient pas compte de la valeur de la vie d'une personne pour le reste de la société (Colmer 2020).





## Coûts et répercussions sanitaires de la vague de chaleur de 2021


La vague de chaleur a influé sur la santé des gens de différentes manières; ces effets ont également eu des implications et des coûts économiques.

### Le nombre de personnes nécessitant des soins médicaux avancés a fortement augmenté

Notre analyse montre que pendant la vague de chaleur, le nombre de personnes ayant besoin de soins médicaux avancés a augmenté de manière considérable. Dans le cadre notre analyse des données relatives aux visites aux services d'urgence dans les basses-terres continentales, nous avons recensé 1 300 visites supplémentaires aux services d'urgence dans la seule région des basses-terres continentales; c.-à-d., une augmentation de 6 % par rapport à ce qui était attendu pour cette période de l'année (Clark, à venir). Le nombre de patients considérés comme étant à « risque imminent de décès » (échelle canadienne de triage et de gravité I) a augmenté d'environ 170 %<sup>9</sup>. En outre, le nombre de patients gravement malades s'est également reflété dans le nombre record d'appels aux ambulances pendant la vague de chaleur (Bureau des coroners de C.-B. 2022; FOI: HTH-2021-13060).

Des centaines de personnes ont été admises à l'hôpital pour des problèmes de santé graves dus à l'exposition à la chaleur. On a enregistré 530 hospitalisations supplémentaires dans la province pendant la semaine de la vague de chaleur. L'augmentation la plus importante a été enregistrée dans la région de Fraser, où, pour la seule journée du 29 juin, 525 patients ont été admis à l'hôpital; c.-à-d., plus du double des niveaux pré-pandémiques ou trois fois plus que les taux d'hospitalisation de 2020 (FOI: FH-2022-0483).

Nous avons également constaté qu'au moment de la vague de chaleur, il n'existait pas de procédures ni de guides cliniques clairs auxquels les prestataires de soins de santé pouvaient se référer. Ces outils et les connaissances des prestataires de soins de santé sont un élément clé de l'adaptation du système de santé (OMS 2015). Certaines personnes interrogées ont souligné que pendant les premiers jours de la vague de chaleur, certains services d'urgence conseillaient aux personnes présentes dans les salles d'attente de ne pas boire d'eau; précaution habituelle jusqu'à ce qu'un médecin examine un patient et détermine qu'il n'aura pas besoin d'être opéré. D'autres professionnels de la santé ont fait remarquer que de nombreux membres du personnel ne savaient pas quelle était la meilleure façon de rafraîchir les patients (FOI: VCH-2022-F-108; FH-22-0483). Depuis la vague de chaleur, des efforts ont été déployés pour améliorer les connaissances des prestataires de soins de santé.



Des centaines de personnes ont été admises à l'hôpital pour des problèmes de santé graves dus à l'exposition à la chaleur, durant la vague de chaleur.

<sup>9</sup> Pour de plus amples détails, voir le rapport technique.



Tableau 5

## Maladies ayant nécessité une hospitalisation et ayant augmenté pendant la canicule.

Maladie	Pourcentage de variation par rapport à la situation de référence (nombre d'hospitalisations excédentaires pour la C.-B.)	Durée moyenne des soins de courte durée (jours)	Coût moyen d'une hospitalisation par patient
Déshydratation	Augmentation de 136 % (88)	3,8	4 892 \$
Insuffisance rénale aiguë	Augmentation de 45 % (147)	6,4	9 183 \$
Acidocétose diabétique avec coma	Augmentation de 285 % (4)	5,3	5 739 \$
Troubles neurocognitifs* <sup>10</sup>	Augmentation de 33 % (94)	12,7	14 513 \$
Pneumonie	Augmentation de 25 % (40)	6,0	8 718 \$
Syndrome hépatorénal	Augmentation de 170 % (5)	7,9	10 458 \$
Coup de chaleur	Augmentation de 16 876 % (511)	5,8	10 317 \$

### L'exposition à la chaleur a entraîné une augmentation des hospitalisations et des coûts des soins médicaux

Une augmentation considérable de maladies clés a été observée pendant la vague de chaleur (tableau 5). Nous avons comparé le nombre de diagnostics pour 66 maladies uniques entre le 25 juin et le 1er juillet 2021 au nombre de diagnostics de référence entre le 1er et le 24 juin 2021 et entre le 14 et le 31 juillet 2021; nous avons constaté une augmentation statistiquement significative de neuf maladies pendant la vague de chaleur<sup>11</sup>.

Sur la base des augmentations susmentionnées, nous estimons que les hospitalisations liées à la chaleur ont entraîné des dépenses de santé d'environ 8 millions de dollars en Colombie-Britannique pendant la vague de chaleur de 2021. Cette estimation est basée sur les données relatives aux coûts de la maladie et sur notre estimation de l'évolution du nombre de cas par rapport à la période de référence

précédant et précédant immédiatement la vague de chaleur. Ces estimations sont prudentes, car elles n'incluent pas les dépenses médicales à vie telles que les soins de longue durée, les suivis ambulatoires ou les services de réadaptation. En outre, ces estimations n'incluent pas les coûts de renonciation de production résultant de la perte de temps de travail ou de la volonté de payer pour éviter la souffrance.

### Les décès liés à la chaleur ont augmenté entre le 25 juin et le 2 juillet

Un mois après la vague de chaleur de 2021, le Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique a annoncé qu'il avait recensé 740 décès supplémentaires par rapport à la moyenne historique entre le 25 juin et le 2 juillet (Henderson et coll. 2021; Vancouver Coastal Health et Fraser Health 2022). Dans son étude, le Bureau des coroners de C.-B. a établi un lien direct entre 619 décès et l'exposition à la chaleur, appelés décès liés à la chaleur (Bureau des coroners de C.-B. 2022) (figure 5).

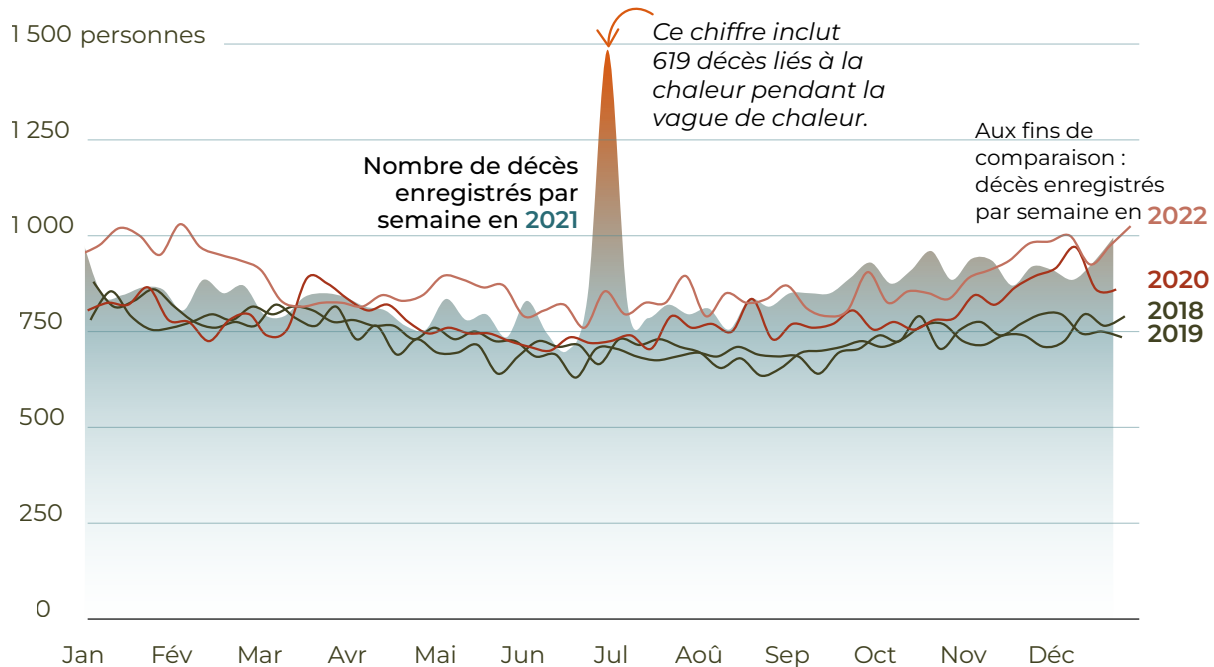
<sup>10</sup> Les données relatives aux coûts et à la durée du séjour sont basées sur les estimations de coûts de l'Institut canadien d'information sur la santé pour chaque groupe respectif de maladies analogues dans la tranche d'âge des 60 à 79 ans. \* réduction des fonctions cérébrales due à des maladies qui ne sont pas de nature psychiatrique.

<sup>11</sup> Pour de plus amples détails, voir le rapport technique.

Figure 5

## Pendant la vague de chaleur de 2021, on a observé une **augmentation importante du nombre de décès.**

### Nombre de décès en Colombie-Britannique par semaine



Source: Statistique Canada 2023

Les décès liés à la chaleur n'ont pas été répartis de manière égale dans la province pendant la vague de chaleur (Bureau des coroners de C.-B. 2021). Le Bureau des coroners de la Colombie-Britannique a signalé le taux de mortalité le plus élevé dans la région de l'autorité sanitaire Fraser (15,9 décès pour 100 000 habitants). Le taux le plus bas a été enregistré dans la région sanitaire du centre de l'île de Vancouver (6,3 décès pour 100 000 habitants); le taux d'incidence moyen dans l'ensemble de la Colombie-Britannique était de 12,2 pour 100 000 habitants. Dans l'État de Washington, où les températures et la durée de la vague de chaleur étaient similaires à celles de la Colombie-Britannique, les taux de surmortalité<sup>12</sup> sont estimés entre 1,3 et 2,1 personnes pour 100 000 décès (Ministère de la Santé de l'État de Washington 2021; Casey et coll. 2023).

Même au sein de chaque région sanitaire de la Colombie-Britannique, les décès liés à la chaleur n'ont pas été répar-

tis de manière égale. Comme l'ont souligné le Bureau des coroners de C.-B. ainsi que l'analyse du Centre de contrôle des maladies de la C.-B., les facteurs sociaux, économiques et physiologiques ont tous une influence significative sur le risque de décès (Lee et coll. 2023; Bureau des coroners de C.-B. 2022). Certaines des affections médicales associées à un risque plus élevé de décès lié à la chaleur ont également été associées à un risque plus élevé d'hospitalisation<sup>13</sup>.

### Les décès liés à la chaleur ont représenté le coût le plus important de la vague de chaleur de 2021

L'impact économique le plus important de la vague de chaleur de 2021 a été le coût sociétal des 619 vies perdues directement à cause de l'exposition à la chaleur (Bureau des coroners de C.-B. 2022). Sur la base de la VVS (voir encadré 5 ci-dessus), le coût sociétal de 619 décès attribuables à une exposition à la chaleur extrême pendant la vague de chaleur

<sup>12</sup> Ces taux de surmortalité ont une spécificité moindre par rapport à l'attribution à la chaleur basée sur le coroner en Colombie-Britannique. Cela signifie que le taux d'incidence des décès liés à la chaleur dans l'État de Washington serait probablement plus faible.

<sup>13</sup> Pour de plus amples détails, voir le rapport technique. [lien].

est égal à 5,5 milliards de dollars. Même si le gouvernement de la Colombie-Britannique n'a pas réellement dépensé cet argent, cette valeur reflète le montant que le public aurait été prêt à payer pour éviter les 619 décès liés à la chaleur.

Outre le coût des vies perdues, les données montrent qu'environ 45 % des personnes décédées avaient fait l'objet de tentatives de réanimation ou d'interventions de la part des ambulanciers paramédicaux ou des services d'urgence. Nous estimons que le coût moyen des soins de santé pour les personnes décédées subitement s'est élevé à 7 028 dollars par personne; c.-à-d., un total d'environ 4 millions de dollars de coûts directs de soins de santé (Fassbender et coll. 2009). Ces coûts représentent les dépenses réelles payées par le gouvernement de la Colombie-Britannique avec l'argent des contribuables.

### Le système de santé n'est pas en mesure de fournir des soins médicaux essentiels à tout le monde

Lorsque les systèmes de santé ne sont pas préparés à prendre en charge l'afflux de patients lors d'une vague de chaleur ou de tout autre incident concernant un grand nombre de victimes, les retards dans les soins de santé peuvent entraîner des complications médicales supplémentaires ou la mort d'autres patients ayant besoin de soins médicaux. En d'autres termes, lors d'une vague de chaleur, même les patients ne souffrant pas de maladies liées à la chaleur peuvent subir des conséquences graves sur leur santé ou mourir.

Les services médicaux d'urgence préhospitaliers (Bureau des coroners et ambulances) ainsi que les services d'urgence ont constitué des goulots d'étranglement signifi-

catifs pendant la vague de chaleur (FOI:HTH-2021-13060; FH-22-0483; VCH-2022-F-108). Ces goulots d'étranglement se sont multipliés; dans de nombreux cas, les ambulances ont attendu des heures, avec des patients décédés, avant la venue d'un médecin légiste. Dans l'ensemble de la province, les ambulances ont également passé des centaines d'heures à attendre aux services d'urgence pour décharger les patients. En outre, les services d'urgence n'étaient pas en mesure de faire face au nombre de patients gravement malades.

Les chances de survie d'un patient ne respirant plus ou dont le cœur s'est arrêté diminuent à chaque seconde supplémentaire qui s'écoule avant l'arrivée de l'ambulance. Des études ont démontré que le taux de survie à 30 jours diminue de moitié environ, si le premier répondant met sept minutes ou plus à commencer la réanimation cardio-pulmonaire après un arrêt cardiaque (Holmén et coll. 2020).

Des données provenant de courriels du gouvernement suggèrent que, par rapport à début juin 2021, le temps de réponse des ambulances a augmenté de 33 % pour les patients en état critique au cours des premiers jours de la vague de chaleur, en raison du volume d'appels et du nombre d'employés travaillant<sup>14</sup> (FOI:HTH-2021-13060). Enfin, le temps d'attente moyen des patients pour être transférés du service des urgences à un lit d'hospitalisation en soins de courte durée a augmenté de 16 % dans les basses-terres continentales pendant la vague de chaleur. Cela signifie qu'en moyenne, les patients ont passé deux heures et demie de plus aux urgences avant d'être transférés dans un lit d'hospitalisation. Connus sous le nom de « *délai d'embarquement* », ces retards ont également augmenté de 18 % à Prince George, l'un des centres de la région nord de la province. Au plus fort

Durant une vague de chaleur, même les patients ne souffrant pas de maladies liées à la chaleur peuvent souffrir de graves conséquences sur leur santé ou mourir.



<sup>14</sup> Les services de santé d'urgence de la Colombie-Britannique n'ont pas répondu aux demandes de données plus détaillées.



de la vague de chaleur, seuls 18 % des patients des services d'urgence ont été admis dans les hôpitaux de la région de l'autorité sanitaire Fraser dans les dix heures, alors que l'objectif de l'autorité sanitaire est de 65 %. Ces retards sont corrélés à des séjours hospitaliers plus longs (Salehi et coll. 2018).

## Les professionnels de la santé ont subi des traumatismes et un épuisement professionnel

Enfin, les problèmes liés au système de santé ont eu une incidence sur la santé mentale des prestataires de soins et sur leur maintien en poste. Selon des entretiens avec des infirmières, des ambulanciers médicaux, des pompiers et des médecins, nous avons constaté que la détresse morale ressentie par de nombreux professionnels de la santé au cours de la catastrophe a eu des conséquences substantielles sur l'épuisement professionnel et le maintien en poste du personnel. Ces résultats font écho aux tendances relevées dans d'autres recherches qui ont établi un lien entre les longs délais d'attente et l'épuisement professionnel des prestataires de soins de santé et le syndrome de stress post-traumatique (Phillips et coll. 2022).

Nous n'avons pas été en mesure de déterminer un nombre précis de membres du personnel ayant pris un congé médical ou ayant démissionné en raison du stress de la vague de chaleur, en partie à cause des difficultés à distinguer les congés associés à l'épuisement professionnel lié à la COVID-19 et à la crise des opioïdes en cours. Cependant, à l'automne 2022,

environ un ambulancier paramédical sur trois du service de santé d'urgence de la Colombie-Britannique demandait de l'aide pour des maladies ou des blessures psychologiques, selon les représentants syndicaux (D.G. Clark, communication personnelle, 26 octobre 2022). Lors des entretiens, plusieurs administrateurs ont souligné que certains de ces cas étaient le résultat direct du stress subi par les premiers répondants pendant la vague de chaleur. Ces effets psychologiques ont également été illustrés par les commentaires que les ambulanciers paramédicaux ont adressés à leurs supérieurs pendant la vague de chaleur. Un ambulancier paramédical a écrit : « Aujourd'hui, j'ai littéralement vu des gens portant notre uniforme avoir des haut-le-cœur, transpirer, au bord des larmes ». Un autre a écrit : « Je me suis mis en indisponibilité pendant la dernière moitié de ma garde. Mentalement, je n'en pouvais plus. Je suis intervenu sur un autre arrêt [cardiaque] pendant près d'une heure... La sueur s'accumule dans mes bottes; l'uniforme et le pantalon trempés... Encore une famille qui a perdu quelqu'un trop tôt; cela commence à me toucher de près. » (FOI:F22-1576).

## Vulnérabilité de la santé et des systèmes de santé

Nous avons relevé un certain nombre de vulnérabilités ayant contribué aux effets sur la santé et aux coûts engendrés par la vague de chaleur de 2021 (tableau 6).

Tableau 6

### Vulnérabilités de la santé humaine et des systèmes de santé ayant contribué aux répercussions de la vague de chaleur de 2021.

Systèmes physiques	Établissements institutionnels
<ul style="list-style-type: none"> <li>Des équipements de soins de santé essentiels sont tombés en panne dans certains hôpitaux en raison de la chaleur</li> <li>De nombreux logements ont atteint des températures dangereuses en raison de leur conception et de l'absence de système de refroidissement mécanique</li> <li>Certains bâtiments financés et gérés par le gouvernement sont devenus dangereusement chauds</li> <li>L'accès inéquitable aux services de santé mentale, aux espaces verts, aux logements sûrs et au soutien social a entraîné des conséquences inégales de la chaleur</li> <li>Les systèmes d'alerte précoce n'ont pas permis de se préparer suffisamment à l'avance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La réponse du système de santé a été décousue et non coordonnée</li> <li>Certains protocoles de catastrophe et arbres décisionnels potentiellement utiles n'ont pas été utilisés</li> <li>La pandémie de COVID-19 en cours a affecté la santé publique et la réponse du système de santé</li> <li>Les normes et réglementations actuelles ne tiennent pas suffisamment compte de la chaleur pour les occupants de bâtiments</li> <li>Très peu de comptes rendus d'incidents critiques ont été fournis aux premiers répondants ou au personnel de santé après la vague de chaleur</li> </ul>

## Des équipements de soins de santé essentiels sont tombés en panne dans certains hôpitaux en raison de la chaleur

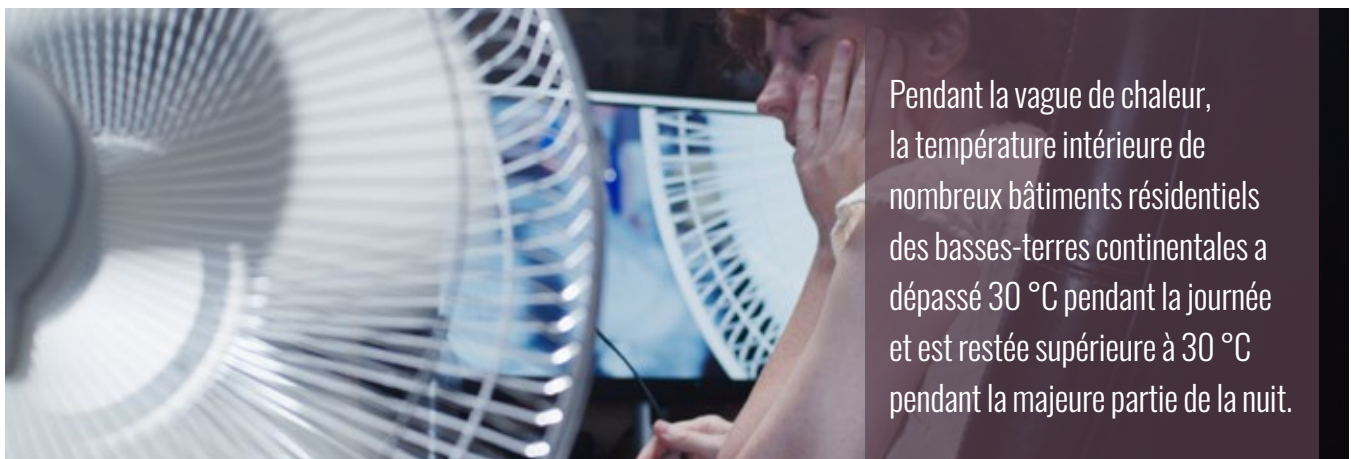
Dans certains cas, des équipements médicaux essentiels sont tombés en panne pendant la vague de chaleur. En particulier, des refroidisseurs des appareils d'IRM et de tomodensitométrie n'ont pas été en mesure de fournir un refroidissement suffisant. À un moment donné, les deux tomodensitomètres de l'hôpital Lions Gate de North Vancouver et celui de l'hôpital de Whistler n'étaient pas fonctionnels (FOI: FHA-2022-0483; FOI:VCH-2022-F-108). En outre, les appareils d'IRM étaient également non fonctionnels au Royal Columbia Hospital et au Surrey Memorial Hospital. Même si nous n'avons pas été en mesure de déterminer le nombre de patients concernés, les pannes des tomodensitomètres auraient gravement limité la capacité à diagnostiquer et à traiter les accidents vasculaires cérébraux, les traumatismes et les urgences telles que l'appendicite aiguë. Enfin, un certain nombre d'ambulances de la province n'avaient pas de climatisation en état de marche pendant la vague de chaleur. Cela a entraîné une exposition supplémentaire à la chaleur pour les ambulanciers paramédicaux et les patients (FOI:F22-1576).

## De nombreux logements ont atteint des températures dangereuses en raison de leur conception et de l'absence de système de refroidissement mécanique

Les bâtiments mal isolés n'ayant pas de système de refroidissement mécanique ou d'ombrage extérieur sont plus

enclins à l'échauffement (BC Housing 2022). La Colombie-Britannique ayant un climat relativement modéré, la plupart des maisons et des bâtiments ont été conçus pour conserver la chaleur, et non pour rafraîchir les personnes. Les bâtiments existants qui ne relèvent pas du secteur public ne sont actuellement pas tenus d'inclure un système de refroidissement actif ou passif dans leur conception. Bien que les directives provinciales et fédérales recommandent des températures intérieures maximales de 27 °C à 28 °C, elles ne sont actuellement pas applicables (BC Housing 2019; Laouadi et coll. 2022). La Colombie-Britannique a un taux de climatisation relativement faible par rapport à d'autres régions du Canada et des États-Unis. Seulement 36 % des maisons en Colombie-Britannique sont climatisées, comparativement à 84 % des logements en Ontario, 85 % des logements au Manitoba et 53 % dans l'État de Washington (Statistique Canada 2023d; U.S. Energy Information Administration 2022). Parmi les ménages de la Colombie-Britannique qui disposent d'un système de climatisation, la plupart se trouvent à l'intérieur de la région. Par exemple, 84 % des ménages de Kelowna ont un système de climatisation, contre 19 % des ménages de Victoria et 26 % des ménages de Vancouver (Statistique Canada 2023d)<sup>15</sup>.

Pendant la vague de chaleur, la température intérieure de nombreux bâtiments résidentiels des basses-terres continentales a dépassé 30 °C pendant la journée et est restée supérieure à 30 °C pendant la majeure partie de la nuit (Bureau des coroners de C.-B. 2022). Dans des cas plus extrêmes, les températures intérieures des bâtiments ont atteint près de 40 °C à Abbotsford et sont restées supérieures aux températures extérieures pendant toute la nuit (Baze Baum et McClearn 2021; Henderson et coll. 2022). Pendant



Pendant la vague de chaleur, la température intérieure de nombreux bâtiments résidentiels des basses-terres continentales a dépassé 30 °C pendant la journée et est restée supérieure à 30 °C pendant la majeure partie de la nuit.

<sup>15</sup> Alors que les climatiseurs ont toujours été la principale source de refroidissement mécanique dans les logements et les bâtiments de Colombie-Britannique et ailleurs, les pompes à chaleur sont de plus en plus utilisées pour répondre aux besoins de chauffage et de refroidissement d'une manière beaucoup plus efficace sur le plan énergétique; ce qui permet de réduire les coûts d'exploitation et de diminuer la charge supplémentaire sur le réseau électrique.

plusieurs jours, de nombreuses personnes ont été exposées à une chaleur dangereuse à l'intérieur de leur logement; ce qui a fortement contribué aux maladies et aux décès liés à la chaleur pendant l'événement. L'analyse montre que 98 % des décès et des visites à l'hôpital pendant la vague de chaleur étaient dus à une exposition à des températures extrêmes à l'intérieur de bâtiments (Bureau des coroners de C.-B. 2022). Seulement 7,4 % des personnes décédées à la suite d'une exposition à une chaleur extrême (46 personnes) disposaient d'un système de climatisation à leur domicile; ce système était en marche pour seulement 15 % (7 personnes) de ces personnes au moment de leur décès, parce qu'il fonctionnait mal, se trouvait dans une autre pièce ou avait été désactivé par les propriétaires de l'immeuble (Bureau des coroners de C.-B. 2022; Daflos 2022).

### Certains bâtiments financés ou autorisés par le gouvernement sont devenus dangereusement chauds

Un nombre appréciable des décès liés à la chaleur pendant la vague de chaleur de 2021 s'est produite dans des bâtiments financés ou autorisés par le gouvernement, tels que les établissements de soins de longue durée. Sur l'ensemble des décès liés à la vague de chaleur, 47 personnes sont décédées dans des établissements d'intégration communautaire, d'aide à la vie autonome ou de soins de longue durée (Bureau des coroners de C.-B. 2022). Cela représente un taux d'incidence plus élevé que la moyenne pour les personnes âgées de plus de 65 ans. La plupart des décès

dans les établissements de soins de longue durée sont survenus dans la région du Fraser. En outre, 62 personnes sont décédées des suites d'une exposition à la chaleur dans des logements sociaux gérés ou financés par le gouvernement provincial (Bureau des coroners de C.-B. 2022). Huit personnes vivant dans des logements pour personnes souffrant de troubles mentaux et de toxicomanie à Vancouver sont décédées (FOI: VCH-2021-F-108). Les archives montrent que la température de l'air intérieur dans certains établissements de soins de longue durée a dépassé 30 °C pendant la vague de chaleur (FOI:HTH-2021-13060; FOI: FHA-2022-0483). Certains hôpitaux n'ont pas été en mesure de maintenir les températures à un niveau confortable pour les patients et le personnel. Au moins deux hôpitaux des basses-terres continentales et un hôpital du Nord ont enregistré des températures intérieures de plus de 32 °C aux services d'urgences, tandis qu'un étage de soins de courte durée à l'hôpital Lions Gate a atteint 38 °C (FOI: VCH-2021-F-108). Le personnel soignant a signalé que ces températures extrêmes rendaient plus difficile de rafraîchir les patients rapidement et qu'ils risquaient d'aggraver leur état.

Une proportion importante d'établissements publics et agréés ne disposaient pas de climatisation pendant la vague de chaleur, en particulier dans les chambres des patients, où ces derniers passent une grande partie de leur temps (tableau 7).

Tableau 7

### Estimations pour certains établissements climatisés, gérés et autorisés par le gouvernement de la C.-B.<sup>16</sup>

Type d'installation	Estimation du pourcentage de climatisation pendant la vague de chaleur de 2021
Chambres de patients dans les hôpitaux	• < 25 %
Établissements de soins de longue durée (agréés)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 % entièrement climatisés (96)</li> <li>• 34 % partiellement climatisés (108)</li> <li>• 17 % non climatisés (54)</li> <li>• 18 % inconnu (54)</li> </ul>
Établissements de traitement de la toxicomanie et de santé mentale (non hospitaliers)	• < 25 %

<sup>16</sup> Le gouvernement de la Colombie-Britannique et les autorités sanitaires ne disposant pas de données complètes sur le refroidissement des installations dans la province, nous avons estimé ces valeurs sur la base de documents publics et d'entretiens. Nous n'avons pas inclus les établissements pénitentiaires, car nous n'avons pas pu accéder à des données fiables sur ces établissements.



Les établissements correctionnels de la Colombie-Britannique disposent de différentes formes de refroidissement dans les aires d'unités résidentielles des détenus, mais pas dans les cellules individuelles; le type de technologie de refroidissement et le niveau de circulation de l'air variant considérablement d'un établissement à l'autre (FOI:PSS-2021-13054; FOI:PSS-2021-15530)<sup>17</sup>. Même si la majorité des centres correctionnels provinciaux sont équipés d'unités de traitement de l'air pouvant fournir un certain refroidissement ainsi que du chauffage, le niveau de refroidissement que ces unités fournissent dans les cellules est incertain; de nombreux rapports ont fait état d'équipement dépassé par les conditions de chaleur extrême (FOI:PSS-2021-13054; FOI:PSS-2021-15530). Le 25 juin, un détenu a déposé une plainte dans laquelle il déclarait : « Nous connaissons des températures record et les fenêtres sont scellées... Les services correctionnels devraient être tenus de nous fournir des ventilateurs portables. » (FOI:PSS-2021-15530). En particulier, le centre correctionnel régional de l'île de Vancouver a demandé aux détenus de payer les ventilateurs s'ils en voulaient un pour leur cellule (FOI:PSS-2021-15530). Il n'existe pas d'exigences en matière de températures maximales sécuritaires dans les établissements correctionnels de la Colombie-Britannique ou dans les prisons fédérales (Service correctionnel du Canada 2015).

## L'accès inéquitable aux services de santé mentale, aux espaces verts, aux logements sûrs et au soutien social a entraîné des conséquences inégales de la chaleur

La privation matérielle et sociale d'un quartier est un facteur prédictif important des décès dus à la chaleur en 2021 (Henderson et coll. 2022). Vingt-huit pour cent des décès sont survenus dans des quartiers où les logements étaient de moins bonne qualité, où les revenus étaient plus faibles, où il y avait moins d'espaces verts et moins de possibilités de loisirs<sup>18</sup> (Bureau des coroners de C.-B. 2022; Henderson et coll. 2022). Aggravant le risque, bon nombre des maladies chroniques qui augmentent la vulnérabilité aux hospitalisations et aux décès dus à la chaleur sont également liées à un statut socio-économique inférieur (Henderson et coll. 2022).

Le manque d'espaces verts urbains est également associé à des taux de mortalité plus élevés (Henderson et coll. 2022), car les espaces verts urbains et les arbres réduisent l'effet d'îlot de chaleur urbain. L'effet d'îlot thermique urbain est une augmentation des températures causée par le remplacement de la végétation et de la couverture terrestre par des infrastructures, des bâtiments et des surfaces pavées, combiné à l'augmentation du trafic urbain et de la chaleur dégagée par les systèmes de ventilation des bâti-



Plus d'un quart des décès sont survenus dans des quartiers où les logements étaient de moins bonne qualité, où les revenus étaient plus faibles, où il y avait moins d'espaces verts et moins de possibilités de loisirs.

<sup>17</sup> En outre, les lignes directrices techniques pour les établissements correctionnels fédéraux précisent que la climatisation ne doit pas être fournie dans les cellules individuelles, sauf exception accordée au cas par cas (Service correctionnel du Canada 2015).

<sup>18</sup> Rapport de cotes de 2,88 (Henderson et coll. 2022).

ments (Rosenzweig et coll. 2006; Santamouris 2014; Bowler et coll. 2010). Cet effet peut augmenter les températures extérieures de 12 °C par rapport aux zones environnantes (Schwaab et coll. 2021).

## Les systèmes d'alerte précoce n'ont pas permis de se préparer suffisamment à l'avance

De nombreux décideurs au sein des municipalités, des autorités sanitaires et des ministères n'ont pas reçu d'informations sur les risques sanitaires à venir ou n'ont pas agi en conséquence avant l'arrivée de la vague de chaleur. Selon nos entretiens et des comptes rendus après action des autorités sanitaires, nous avons constaté que ces alertes tardives et ces problèmes de communication étaient l'un des facteurs ayant contribué aux retards dans le déploiement des mesures de santé publique, ainsi que dans les préparatifs d'urgence (FOI: VCH-2021-F-108; Bureau des coroners de C.-B. 2022).

ECCC, qui est responsable des prévisions météorologiques et de l'émission d'avertissements de chaleur en fonction de critères établis en collaboration avec chaque province et territoire, a émis des avertissements publics de chaleur pour la Colombie-Britannique le 23 juin 2021 (Little 2021). Les autorités sanitaires régionales des basses-terres continentales ont intensifié l'avertissement de chaleur et ont émis une alerte à la chaleur extrême le 25 juin dans l'après-midi, le premier jour de la vague de chaleur, car la chaleur prévue présentait un risque de répercussions considérables sur la santé humaine (Vancouver Coastal Health et Fraser Health 2021). Les entretiens nous ont permis de constater que, lors de la vague de chaleur de 2021, de nombreux décideurs et organisations n'avaient pas bien compris la signification de chaque catégorie d'avertissement. Les municipalités et les autorités sanitaires ont fait écho à cette constatation dans les comptes rendus après action, signalant que les avertissements de chaleur et les alertes de chaleur extrême en 2021 ont été émis par des agences distinctes, parfois en même temps; ce qui a créé une certaine confusion (Ville de Vancouver 2022a; Ville de Burnaby 2021; FOI-VCH-2022-F-108).

Comme l'a souligné le Bureau des coroners de C.-B. : « Il y a eu un décalage entre les alertes à la chaleur émises par ECCC et les agences publiques et la réaction du public » (Bureau des coroners de C.-B. 2022). Des rapports internes envoyés par Emergency Management BC à d'autres ministères montrent que le contenu sur les risques de la vague de chaleur de 2021 était moins détaillé et signalait

moins l'urgence que d'autres catastrophes survenant au même moment, telles que la pandémie de COVID-19, les incendies de forêt et les inondations (FOI-OOP-2021-13059). Dans certains cas, les principaux responsables publics et hospitaliers ayant plus d'expérience en matière de réaction à la chaleur étaient absents du bureau pendant la première fin de semaine de la vague de chaleur, et le personnel de fin de semaine n'était pas bien au fait des plans d'urgence; ce qui a retardé les mesures jusqu'au retour du personnel le lundi, soit le quatrième jour de la vague de chaleur (FOI: VCH-2021-F-108). Après la vague de chaleur de 2021, pour résoudre certains de ces problèmes, les administrations publiques et les agences ont pris des mesures pour rationaliser et mieux communiquer le processus et les critères d'alerte. Par exemple, les municipalités des basses-terres continentales ont renommé les « alertes à la chaleur extrême » en « urgences sanitaires extrêmes », afin de mieux refléter le risque pour la santé publique associé à la chaleur extrême; et ECCC a pris l'initiative de communiquer les deux niveaux d'alertes à la chaleur au public (BC HEAT Committee 2022; Ville de Vancouver 2022a). Cependant, nous avons constaté qu'à l'automne 2022, certains responsables des services d'urgence, membres du personnel de santé et analystes politiques interrogés ne savaient toujours pas ce que les différents niveaux d'alerte signifiaient dans la pratique. En clarifiant davantage les réponses appropriées à chaque type de niveau d'alerte, il serait possible d'améliorer la préparation et la réponse aux futurs épisodes de chaleur.

## La pandémie de COVID-19 en cours a affecté la santé publique et la réponse du système de santé

En raison de la pandémie de COVID-19 en cours, il a été plus difficile de mettre en œuvre les mesures de santé publique auxquels on a habituellement recours pendant les vagues de chaleur. De nombreuses personnes appréhendaient de se rendre dans des centres de rafraîchissement publics et de se trouver à proximité d'autres personnes dans un espace intérieur, tandis que certaines organisations à but non lucratif ouvrant habituellement ces centres ne se sentent pas à l'aise de les déployer en raison des risques liés à la COVID-19 (Yumagulova et coll. 2022). Les responsables de la santé publique interrogés ont également indiqué que, dans certains cas, les contrôles de bien-être des voisins n'étaient pas aussi fréquents en raison des réticences à entrer chez les autres.

La mesure dans laquelle l'effet des hospitalisations liées à la COVID-19 ont limité les capacités du système de santé pendant la vague de chaleur n'est pas claire. Globalement, les admissions dans les hôpitaux de la province enregistraient une tendance décroissante depuis plusieurs mois, pour atteindre des taux d'occupation de lits plus bas qui ont probablement réduit partiellement la pression sur les services d'urgence pendant la vague de chaleur (FOI:HTH-2022-20789). Toutefois, les taux d'occupation dans certains hôpitaux demeuraient élevés, notamment plusieurs dans la région lourdement touchée des basses-terres continentales; ce qui aurait limité leur capacité à traiter des patients pendant la vague de chaleur.

### Des plans en cas de catastrophe et des outils d'intervention sont restés inutilisés

Les catastrophes exigeant souvent des réactions rapides de la part de décideurs soumis à un stress extrême, la meilleure pratique consiste à utiliser des protocoles, des procédures et des arbres décisionnels prédéterminés pour faciliter la prise de décision. De plus, les plans et protocoles d'intervention en cas de catastrophe sont conçus pour s'appliquer à un large éventail de catastrophes; ils sont suffisamment généraux pour pouvoir être adaptés tout en offrant des procédures claires et éprouvées pour des scénarios particuliers. L'Emergency Program Act (loi sur les programmes d'urgence) de la Colombie-Britannique est la principale loi régissant les interventions en cas de catastrophe dans la province (Gouvernement de la Colombie-Britannique 2023d). La Colombie-Britannique dispose également d'un vaste ensemble de protocoles et de plans pour divers scénarios; au moment de la vague de chaleur de 2021, la réponse provinciale aurait dû être principalement guidée par le All Hazard Plan (plan tout-risque), puisque celui-ci ne comportait pas d'annexes consacrées à la chaleur (une annexe a été ajoutée en mai 2022).

Nous avons constaté que de nombreux responsables de la planification des mesures d'urgence n'ont pas utilisé les outils et les plans essentiels, notamment parce que la vague de chaleur ne ressemblait pas aux scénarios des exercices de formation (FOI:EMB-2021-13846; FOI: VCH-2022-F-108). Il ne s'agissait pas d'un accident individuel de masse, comme un accident d'avion ou une explosion, mais d'une chaleur qui a progressivement enveloppé la province et s'est

prolongée pendant près d'une semaine. De leur côté, les fonctionnaires ont eu du mal à réagir, car la vague de chaleur ne ressemblait pas à un scénario de catastrophe plus couramment pratiqué (FOI:OCC-2021-13845).

Néanmoins, sur la base de nos entretiens et d'un examen de divulgations publiées en vertu de *la Loi sur l'accès à l'information*, nous avons constaté que les décideurs des autorités sanitaires, des municipalités et du gouvernement provincial n'ont pas appliqué certaines procédures existantes conçues pour guider la prise de décision et la communication en cas de catastrophe en Colombie-Britannique (voir le tableau 8 pour des exemples) (FOI:OOP-2021-13146; FOI:HTH-2021-13060; FOI: VCH-2021-F-108). En outre, des outils importants faisant partie du plan global de gestion des urgences de la province, du plan d'intervention du bureau des coroners en cas de décès massif, ainsi que des plans d'intervention locaux n'ont pas été utilisés du tout ou n'ont été déclenchés que dans les derniers jours de la catastrophe (FOI:MMA-2021-13066). Par exemple, un seul hôpital a déclaré un incident impliquant un grand nombre de victimes, c'est-à-dire un « code orange », en réponse à l'afflux de patients, afin d'augmenter la capacité de l'hôpital et de transférer des ressources aux services d'urgence (FOI:FHA-2022-0483; FOI:HTH-2021-13060). Même si au cours des derniers jours de la vague de chaleur, plusieurs autorités sanitaires et les services de santé d'urgence de la Colombie-Britannique ont pris des mesures pour redéployer le personnel et ouvrir des espaces de service supplémentaires, sans activer le Code Orange ou d'autres plans d'intervention d'urgence (FOI:HTH-2021-13060), certaines organisations et leur personnel n'ont pas compris l'urgence de la situation en l'absence d'appels de Code Orange (FOI: F22-1576).

Selon les entretiens, nous avons constaté que de nombreuses personnes et organisations ayant participé à la réponse à la vague de chaleur ne comprenaient pas les plans en cas de catastrophe du gouvernement de la Colombie-Britannique et leur rôle au sein des structures. Les travaux menés par le gouvernement de la Colombie-Britannique pour élaborer le document *Extreme Heat Preparedness for Ministries and Agencies*, ainsi que le développement du système provincial d'alerte et de réponse à la chaleur, ont contribué à clarifier les rôles depuis lors.



Tableau 8

## Les principaux outils d'intervention d'urgence n'ont pas été pleinement activés pendant la vague de chaleur.

Outil d'intervention en cas de catastrophe	Fonction	Critères d'activation	Utilisation au cours de la vague de chaleur
<b>Centre provincial de coordination des mesures d'urgence (PECC)</b>	Le PECC est le principal centre des opérations d'urgence chargé de la coordination générale de la réponse provinciale intégrée et de la mise en œuvre des priorités provinciales.	Si plusieurs ministères participent à des interventions provinciales intégrées, Emergency Management BC coordonnera la gestion provinciale intégrée des urgences par l'intermédiaire des centres régionaux provinciaux d'opérations d'urgence et du centre provincial de coordination des mesures d'urgence (All Hazard Plan).	Non activé; la Colombie-Britannique a ouvert des centres régionaux d'opérations d'urgence, mais n'a pas activé de centre de coordination à l'échelle de la province avec un PECC.
<b>Groupe central de coordination (CCG) et Conseil d'urgence des ministres et des sous-ministres</b>	Le CCG a pour mission de fournir une orientation stratégique et de superviser les activités provinciales intégrées d'intervention d'urgence et de rétablissement. Il est composé du directeur exécutif et du personnel de niveau SMA.  Le Conseil d'urgence des ministres et sous-ministres (Ministers-Deputies Emergency Committee) est composé de ministres et de sous-ministres qui orientent les décisions politiques et stratégiques du CCG.	Aucun critère d'activation particulier n'est défini dans les documents publics.	Ni le CCG ni le Conseil d'urgence des ministres et des sous-ministres n'a été activé.
<b>Plan d'intervention du Bureau des coroners de C.-B. en cas de décès massif (2011)</b>	Lorsqu'un incident de décès massif est déclaré, le Bureau des coroners est en mesure de trier plus efficacement les ressources, de faire appel à des volontaires par le biais du groupe spécial d'identification des victimes de catastrophes (Disaster Victim Identification B.C. Task Force) et d'aider au déploiement de morgues temporaires.	Les ressources locales ne peuvent pas gérer des décès massifs.	Non activé
<b>Plans d'intervention des hôpitaux en cas de grand nombre de victimes (code orange)</b>	Les procédures d'intervention des hôpitaux en cas de grand nombre de victimes comprennent un large éventail de mesures visant à augmenter la capacité et à trier les soins. Les mesures peuvent inclure l'arrêt de tout travail non urgent, l'activation du rappel du personnel des services, le recours à du personnel provenant de bassins de main-d'œuvre et le triage des patients.	Un événement particulier perturbe le fonctionnement de l'hôpital et l'empêche de fournir des niveaux de service normaux.	De nombreux médecins ont demandé l'activation dans les hôpitaux des basses-terres continentales, mais le statut n'a pas été approuvé par les administrateurs de la plupart des hôpitaux.  L'hôpital Lions Gate a déclaré un code orange (phase I) le 28 juin à 23 h 40 et l'a levé à 1 h du matin le 29 juin.
<b>Unité médicale mobile</b>	L'autorité sanitaire provinciale peut déployer un hôpital mobile de 100 lits, d'une superficie de 1 000 pieds carrés, en cas de catastrophe ou d'incident faisant un grand nombre de victimes. Ce service dispose également de quatre lits de soins intensifs.	Le Centre de coordination des urgences sanitaires, géré par le ministère de la Santé, déploie l'unité médicale mobile.	Il n'a pas été activé, bien que des documents montrent que les dirigeants d'hôpitaux ont demandé son déploiement.
<b>Centres locaux des opérations d'urgence (COU)</b>	Le règlement sur la gestion des urgences par les autorités locales (Local Authority Emergency Management Regulation) exige que chaque autorité locale en Colombie-Britannique établisse une organisation de gestion des urgences et élabore et tienne à jour un plan d'urgence local. Les COU locaux sont un outil central pour la coordination des interventions et l'activation des plans d'urgence.	Les critères d'activation sont basés sur chaque plan d'urgence local.	Certaines municipalités, comme Burnaby, ont activé leur COU très tôt, tandis que d'autres, comme la ville de Vancouver, ne l'ont pas fait du tout.
<b>Centres d'opérations d'urgence de l'autorité sanitaire</b>			Certaines autorités sanitaires, comme l'autorité sanitaire Fraser, ont rapidement activé leur COU; ce qui a substantiellement amélioré leur coordination et leur capacité de réaction.

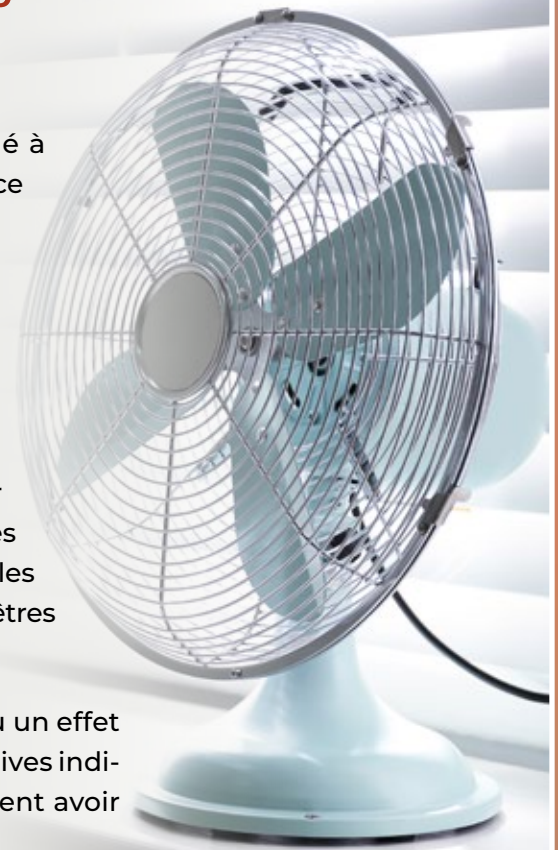
#### ENCADRÉ 4

## Des personnes ont pris l'initiative d'essayer de combler les lacunes

Pendant la vague de chaleur, certaines personnes ont aidé à refroidir leur lieu de travail, en l'absence de dispositions en place pour protéger les personnes des températures extrêmes.

Le personnel hospitalier a apporté des ventilateurs portables et des climatiseurs dans les services d'urgence pour rafraîchir les zones de soins aux patients et s'est rendu dans les épiceries pour acheter de la glace lorsque les hôpitaux en manquaient. Dans quelques cas, les services d'incendie ont inondé d'eau les toits des cliniques pour tenter de faire baisser la température de l'air intérieur. Selon les entretiens, nous avons constaté que d'autres personnes ont tenté de refroidir les chambres des patients et les établissements de soins de longue durée en recouvrant les fenêtres de papier d'aluminium pour défléchir le rayonnement solaire.

Même si nous n'avons pas pu déterminer si ces actions ont eu un effet net sur l'exposition à la chaleur sur ces lieux de travail, les initiatives individuelles ont probablement réduit les coûts globaux et peuvent avoir réduit les maladies liées à la chaleur et même sauvé des vies.



### La réponse du système de santé a été décousue et non coordonnée

La réponse d'urgence standard à toute catastrophe, y compris une catastrophe sanitaire, consiste pour les administrations publiques et les organismes à utiliser un système de commandement des opérations pour organiser les ressources, les tâches et les informations. En substance, le système crée une chaîne de commandement transparente et veille à ce que chacun ait un rôle clairement défini. Comme l'indique un document du gouvernement de la Colombie-Britannique, le système transforme la confusion d'une situation d'urgence en une réponse bien gérée. Cependant, pour que le système de commandement des incidents fonctionne, tous les intervenants doivent comprendre le système et leur rôle au sein de celui-ci (Gouvernement

de la Colombie-Britannique 2002). Les plans d'intervention d'urgence de la Colombie-Britannique comprennent tous un système de commandement des interventions.

L'un des principaux problèmes institutionnels que nous avons relevés en ce qui concerne la réponse du système de santé est que les systèmes de commandement des incidents n'ont pas été activés et qu'aucune organisation n'a pris en charge la réponse (FOI: VCH-2021-F-108). À l'échelon provincial, nous avons constaté que les rôles et les responsabilités n'étaient pas clairs et que la communication était insuffisante entre les municipalités, les autorités sanitaires et les ministères, y compris le ministère de la Santé et de la Gestion des urgences de la Colombie-Britannique, qui relevait à l'époque du ministère de la Sécurité publique et du Solliciteur général<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Comme présenté au tableau 12, la province a depuis formé le comité de coordination HEAT des effets sur la santé de températures anormales, afin de faire face aux enjeux en matière de communication et de coordination.

Comme de nombreux décideurs au sein des hôpitaux, des administrations municipales et des ministères n'utilisaient pas de structure de commandement relatif aux incidents, la qualité et la quantité des informations circulant entre eux ont dû limiter leur capacité à reconnaître la gravité des événements et à traiter rapidement les problèmes émergents. Par exemple, les notes d'information envoyées au sein des autorités sanitaires et des ministères suggèrent que la majeure partie de l'information diffusée était obsolète ou contredisait l'information circulant dans les hôpitaux (FOI:EMB-2021-13846; FOI-HTH-2021-13060 FOI:FHA-2022-0483)

La répartition des rôles et des responsabilités entre les différents acteurs du gouvernement provincial, les autorités sanitaires régionales et les municipalités dans le cadre de la réponse sanitaire à la vague de chaleur était également incertaine. Par exemple, le règlement sur la gestion des programmes d'urgence de la Colombie-Britannique (Emergency Program Management Regulation) confie la responsabilité de la coordination de la réponse à une vague de chaleur au Procureur général de la Colombie-Britannique<sup>20</sup>, alors que dans le cadre du All Hazard Plan, le ministère des Transports et de l'Infrastructure est le responsable technique de la réponse à une vague de chaleur (Gouvernement de la Colombie-Britannique 2012); nous n'avons toutefois trouvé aucune trace d'un rôle actif du ministère des Transports en tant que conseiller technique interministériel lors de la réponse à la vague de chaleur. En outre, au moment de la vague de chaleur, les plans d'intervention de la plupart des autorités sanitaires indiquaient que les municipalités étaient chargées de mettre en place des centres de rafraîchissement, mais toutes les municipalités ne disposaient pas encore de plans de refuges de rafraîchissement en 2017 (BCCDC 2017).

Au niveau local, des problèmes de communication sont survenus entre les médecins et les infirmières et les administrateurs des hôpitaux. Selon les entretiens, nous avons constaté que dans de nombreux cas, les administrateurs des hôpitaux n'étaient pas au courant de l'état de crise de leur service d'urgence (FOI: VCH-2021-F-108). Certains ambulanciers qui proposaient de faire des gardes supplémentaires ont vu leur demande rejetée en raison des règles de plan-

ification de la direction (FOI:F22-1576). Nous avons également constaté que les pompiers et les policiers avaient du mal à se coordonner avec les services de santé d'urgence de la Colombie-Britannique; problème qui avait entravé le système préhospitalier de la province avant la vague de chaleur de 2021 (Feldman et Christenson, 2019). Par exemple, les pompiers et les policiers qui attendaient souvent pendant plusieurs heures avec des patients avaient du mal à déterminer quand une ambulance allait arriver ou si elle allait arriver tout court (seules les ambulances sont légalement autorisées à transporter des patients). Enfin, des problèmes de communication sont survenus entre le Bureau des coroners de C.-B. et les organisations de premiers répondants. Cette situation était d'autant plus problématique que le Bureau des coroners était un point névralgique de la réponse sanitaire tout au long de la vague de chaleur<sup>21</sup>.

### La plupart des personnels de santé n'ont pas eu l'occasion de procéder à un compte rendu

Les comptes rendus sur les incidents critiques sont une pratique internationale de référence après les catastrophes majeures et les incidents ayant causé un grand nombre de victimes. Ces comptes rendus sont conçus pour aider les premiers répondants et le personnel de santé à commencer à intégrer la détresse émotionnelle et morale qu'ils ont vécue. Des études ont montré que les comptes rendus d'incidents critiques peuvent réduire le recours à des mécanismes d'adaptation négatifs tels que l'abus d'alcool et peuvent réduire les cas de syndrome de stress post-traumatique (Tuckey et Scott 2014). En 2016, à la demande des syndicats du personnel de santé, le ministère de la Santé de la Colombie-Britannique a examiné les pratiques de soutien en cas d'incident critique au sein des autorités sanitaires. Le ministère a recommandé d'accroître les ressources et la formation dans l'ensemble du système, afin que le personnel et les premiers répondants aient plus rapidement accès à des comptes rendus après un événement.

Nous avons constaté que la grande majorité des infirmières, des médecins, des ambulanciers paramédicaux, des pompiers et des policiers qui se sont occupés des patients pendant la vague de chaleur n'avaient pas eu de comptes

20 Même si le règlement n'a pas été mis à jour, dans la pratique, la coordination centrale en cas de catastrophe est assurée par le ministère de la Sécurité publique et du Solliciteur général pour 2021 et relève désormais du ministère des Interventions en cas d'urgence et de la Préparation aux changements climatiques.

21 Pendant la vague de chaleur de 2021 (lorsque la cause du décès était inconnue), les premiers répondants étaient légalement tenus de rester auprès des corps jusqu'à ce qu'ils soient remis à un médecin légiste ou à la police. Cela signifie que les ambulanciers, les pompiers et la police ont passé beaucoup de temps à attendre un médecin légiste et n'ont pas pu répondre à de nouveaux appels au 9-1-1. Cette obligation légale a été modifiée depuis.

rendus sur les incidents critiques sur leur lieu de travail. Cela peut s'expliquer par le fait que la direction et les superviseurs n'ont pas déterminé que la vague de chaleur avait été un incident entraînant un grand nombre de victimes et par le fait que les comptes rendus sont généralement conçus pour un événement qui se déroule sur quelques heures plutôt que sur plusieurs jours. Néanmoins, l'absence de comptes rendus sur le stress lié à un incident critique et de mécanismes de soutien aux premiers répondants pour intégrer l'événement peut avoir aggravé l'incidence du syndrome de stress post-traumatique et de l'épuisement professionnel.

## Coûts et répercussions futurs sur la santé

Sans investissement en adaptation, les coûts futurs des effets de la chaleur liés au climat en Colombie-Britannique risquent d'augmenter.

## Les hospitalisations liées à la chaleur pourraient doubler au cours de la prochaine décennie

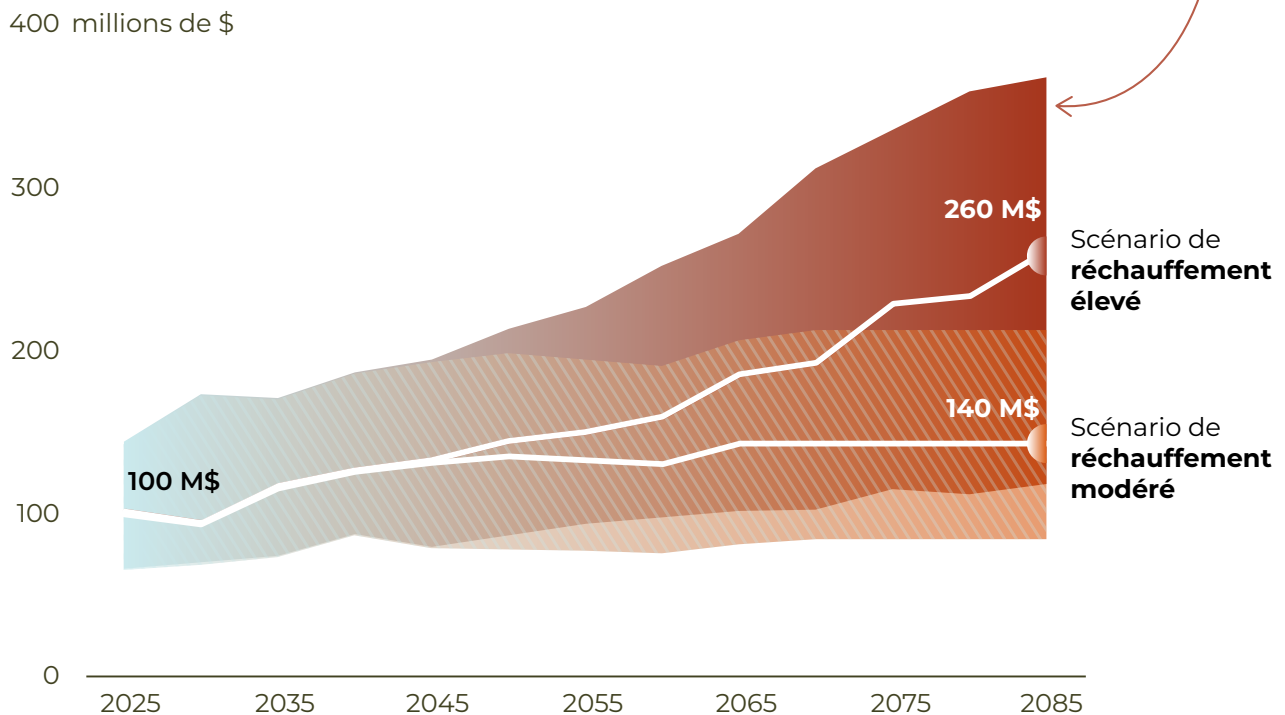
Notre modélisation suggère qu'en l'absence de mesures d'adaptation, 6 000 hospitalisations pourraient être liées à la chaleur par an d'ici 2030 en Colombie-Britannique (117 pour 100 000 habitants). Nous estimons que ces hospitalisations liées à la chaleur coûteront au moins 100 millions de dollars par an d'ici 2030; c.-à-d., une augmentation de 140 % par rapport aux coûts moyens au début du siècle (figure 6). La quasi-totalité de ces coûts serait supportée par le gouvernement provincial. En outre, ces coûts n'incluent pas la perte de production économique due à l'absence du travail.

Si les émissions mondiales de gaz à effet de serre sont rapidement réduites grâce à des mesures supplémentaires à l'échelle mondiale, l'augmentation du nombre d'hospitalisations liées à la chaleur en Colombie-Britannique ralentirait

Figure 6

**Dans un scénario de réchauffement élevé, les coûts attribuables aux hospitalisations liées à la chaleur atteindront 260 millions de dollars par an d'ici la fin du siècle.**

Projection des coûts annuels attribuables aux hospitalisations dues à la chaleur extrême en Colombie-Britannique



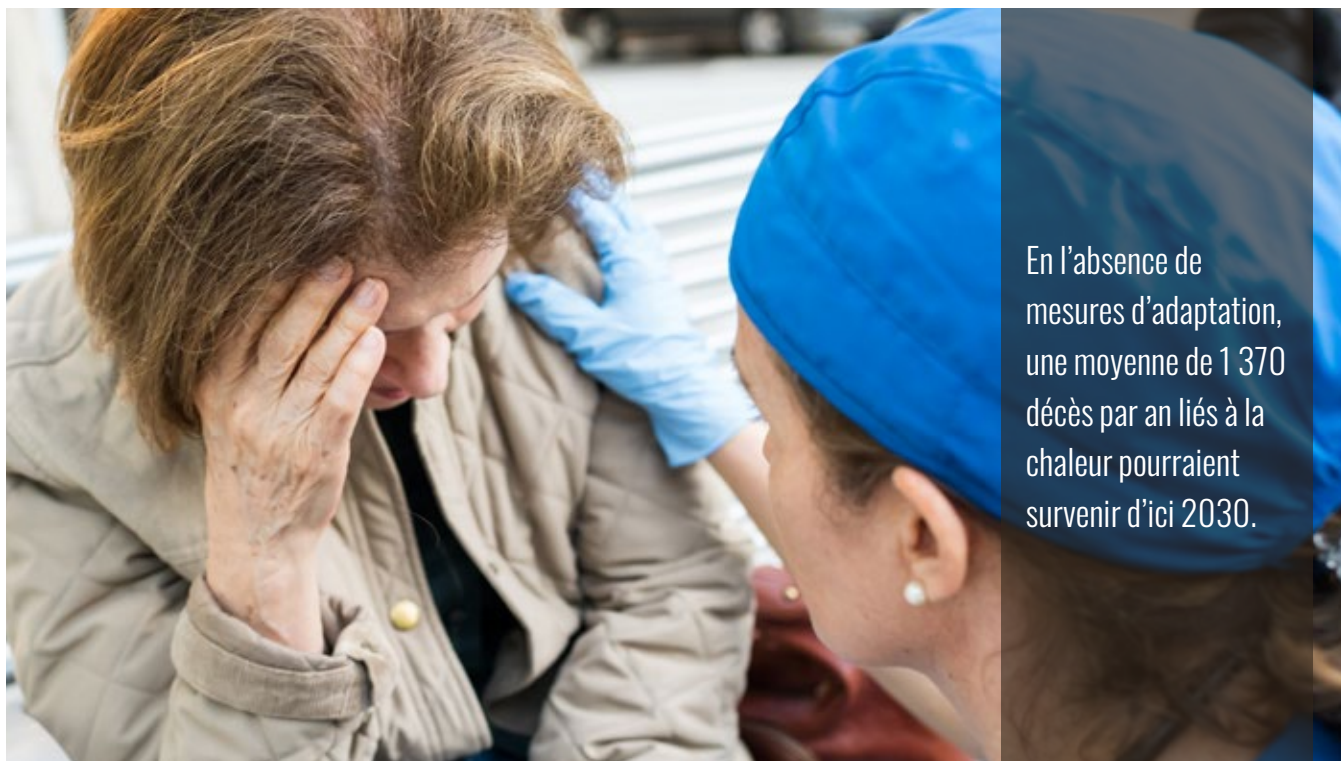


de façon substantielle d'ici 2050 pour atteindre environ 8 000 hospitalisations par an (131 pour 100 000 habitants). Toutefois, si les émissions mondiales de gaz à effet de serre continuent sur la voie d'un réchauffement élevé, le nombre d'hospitalisations liées à la chaleur en Colombie-Britannique pourrait atteindre plus de 15 000 par an d'ici la fin du siècle (318 pour 100 000 habitants). Nous estimons que cela coûterait environ 300 millions de dollars par an en frais de santé.

### Le nombre de décès liés à la chaleur continuera d'augmenter en l'absence de mesures d'adaptation

Notre modélisation suggère qu'en l'absence de mesures d'adaptation, une moyenne de 1 370 décès liés à la chaleur par an d'ici 2030 pourraient survenir (30 pour 100 000 habitants.) Cela représente une augmentation de 58 % par rapport aux décès modélisés au cours des deux dernières décennies, s'accompagnant d'un coût sociétal de 12,2 milliards de dollars par an sur la base de la VVS, auxquels s'ajoutent 11 millions de dollars par an en coûts de santé<sup>22</sup>.

Étant donné que les émissions de gaz à effet de serre passées ont enfermé le monde dans un certain degré de réchauffement, le nombre de personnes qui mourront de la chaleur au cours des prochaines décennies ne sera pas réduit par les efforts mondiaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GIEC 2022). Toutefois, si les émissions mondiales sont rapidement réduites, l'augmentation des décès liés à la chaleur ralentira d'ici 2050 et se stabilisera finalement d'ici 2070. Par exemple, d'ici la fin du siècle, notre modélisation montre que dans un scénario de réchauffement moyen, on enregistre 2 200 décès par an (28 pour 100 000 habitants) s'accompagnant d'un coût sociétal de 19,6 milliards de dollars; c.-à-d., près de trois fois moins de décès que dans un scénario de réchauffement élevé. Cela équivaut à 40 880 décès de moins par décennie d'ici 2090 et à 363,4 milliards de dollars de coûts sociétaux en moins. Ce nombre de décès projetés est probablement quelque peu conservateur (figure 7)<sup>23</sup>.



En l'absence de mesures d'adaptation, une moyenne de 1 370 décès par an liés à la chaleur pourraient survenir d'ici 2030.

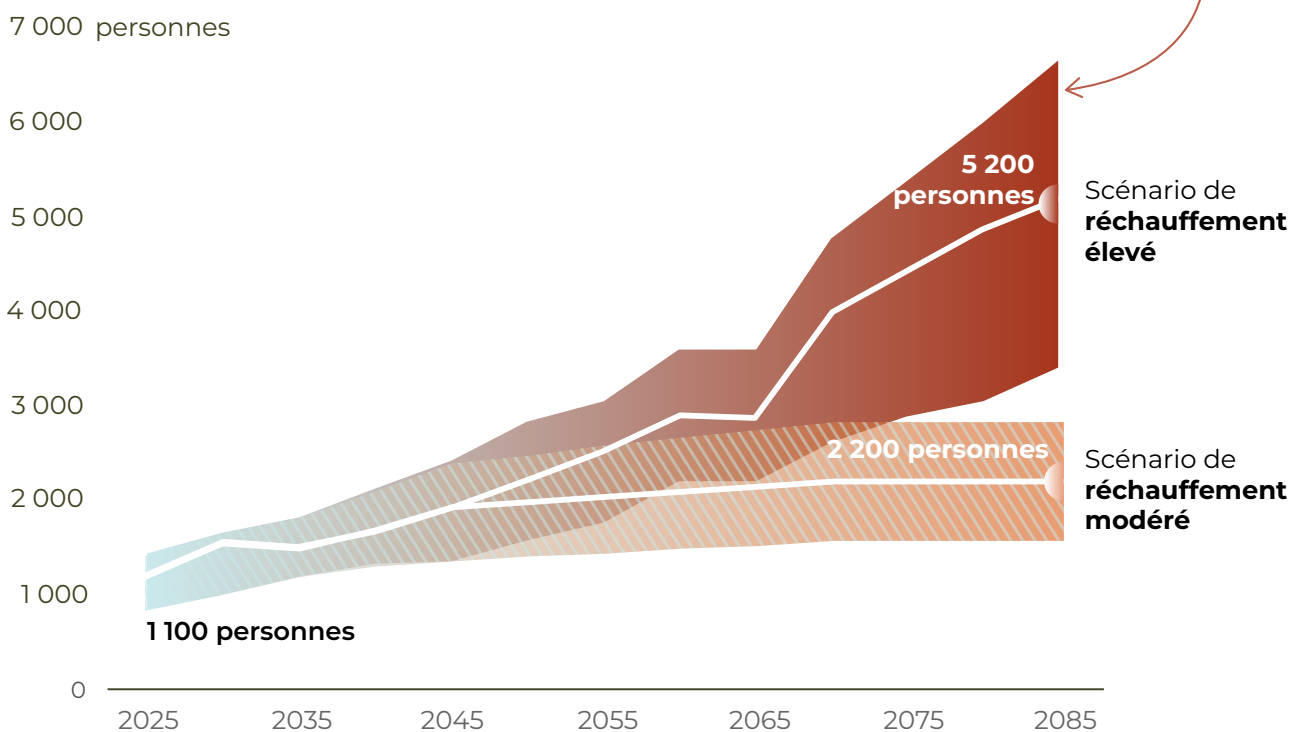
<sup>22</sup> Pour de plus amples détails, voir le rapport technique.

<sup>23</sup> Nous avons amélioré de façon substantielle la précision depuis la publication du rapport Les coûts des changements climatiques pour la santé de l'Institut en utilisant des fonctions qui incluent des observations de la vague de chaleur de 2021 et une précision plus locale (Clark et coll. 2021). Il en résulte des valeurs environ 15 fois supérieures à nos estimations précédentes. Le défi réside en partie dans le fait que la relation entre l'exposition à la chaleur et les décès est exponentielle et augmente fortement vers l'extrémité supérieure de la distribution des températures, et qu'il existe encore relativement peu d'observations sur les effets des températures extrêmes sur la santé au Canada permettant d'élaborer des modèles précis. En utilisant les données sur les vagues de chaleur de 2021 fournies par le Centre de contrôle des maladies de la C.-B., nous avons pu mettre à jour nos fonctions, afin d'élaborer un modèle plus précis et capturer la forme exponentielle de la relation entre la mortalité journalière et les températures extrêmes. Voir le rapport technique pour de plus amples détails sur les méthodes utilisées [lien].

Figure 7

Dans un scénario de réchauffement élevé, la **surmortalité annuelle projetée** pourrait augmenter pour dépasser les 5 000 décès excédentaires d'ici la fin du siècle.

Projection de la surmortalité annuelle due à l'exposition à la chaleur en C.-B.



## Interventions d'adaptation de la santé et du système de santé

Les vagues de chaleur resteront l'un des risques climatiques les plus graves au Canada, surtout si le climat continue à se réchauffer; il existe cependant une série de mesures d'adaptation qui peuvent faire en sorte que les vagues de chaleur soient beaucoup moins meurtrières et coûteuses (OMS 2015). Les gouvernements et les collectivités de la Colombie-Britannique et de l'ensemble du Canada peuvent tirer de nombreux enseignements de la vague de chaleur de 2021 afin de s'adapter, de protéger les personnes, d'améliorer la réponse et de réduire les coûts. Les interventions d'adaptation potentielles comprennent des interventions en amont qui s'attaquent aux causes profondes (comme l'isolement social, des logements

inadéquats ou dangereux, l'accès aux services de santé mentale et la gestion des maladies chroniques), ainsi que des interventions en aval qui contribuent à limiter la gravité des conséquences en cas d'exposition à la chaleur.

Selon notre évaluation de la vague de chaleur et notre modélisation des répercussions potentielles futures, nous avons évalué les coûts et les avantages de trois types de mesures d'adaptation susceptibles de réduire les effets des vagues de chaleur sur la santé à l'avenir.

1. **Installation d'un système de refroidissement mécanique dans les logements et les bâtiments**
2. **Accroissement de la végétalisation et du rafraîchissement des villes par des interventions d'urbanisme**
3. **Amélioration des délais et de la communication des alertes à la chaleur**

## L'augmentation de la climatisation dans les logements et les bâtiments peut sauver des vies

Le refroidissement mécanique (qu'il s'agisse d'un système de climatisation traditionnel ou d'une pompe à chaleur) peut protéger les personnes contre la chaleur extrême dans leur logement (Agence de la santé publique du Canada 2022; Santé Canada 2011). Cependant, près de 64 % des ménages de la Colombie-Britannique n'ont pas de système de climatisation et la grande majorité des personnes décédées pendant la vague de chaleur de 2021 sont mortes chez elles sans avoir eu accès à un système de refroidissement adéquat (Statistique Canada 2023d; Bureau des coroners de C.-B. 2022).

Nous avons modélisé les avantages pour la santé d'un doublement de l'adoption du refroidissement mécanique par rapport au taux d'adoption actuel prévu pour chaque région de la province<sup>24</sup>. Le présent rapport ne recommande pas de politiques ou de technologies particulières pour parvenir à cette augmentation. Les gouvernements devraient tenir compte de l'accessibilité financière pour les consommateurs, de considérations d'équité et de la cohérence avec les plans de réduction des émissions, lors de l'élaboration de politiques visant à protéger la population de futures vagues de chaleur et de la fréquence accrue de chaleurs extrêmes.

Nous avons constaté que si des mesures d'adaptation permettaient de doubler le taux d'utilisation de la climatisation mécanique par rapport au taux actuel, on atteindrait une réduction de 12 % des décès liés à la chaleur d'ici 2030 par rapport au scénario de non-adaptation. Entre 2030 et 2040, nous estimons observer une réduction supplémentaire de 18 % des décès liés à la chaleur. Nous avons également constaté que l'on enregistrerait une réduction substantielle des hospitalisations, si l'adoption du refroidissement mécanique se faisait plus rapidement; ce qui permettrait de réduire les hospitalisations liées à la chaleur d'environ 40 % dans les années 2030 dans l'ensemble de la province et d'économiser 20 millions de dollars par an en coûts de soins de santé liés aux hospitalisations.

Nous avons calculé que le retour sur investissement d'un doublement du taux d'adoption du refroidissement mécanique se situerait entre 6,90 \$ et 4,60 \$ pour un dollar investi. Nous n'avons pas pris en compte les avantages

connexes, tels que la réduction potentielle de l'exposition à la fumée des incendies de forêt, ni les coûts accessoires potentiels, tels que les répercussions sur les émissions de gaz à effet de serre ou les charges du système électrique<sup>25</sup>.

## L'écologisation des villes est un outil d'adaptation important pour réduire les répercussions plus tard au cours du siècle

La planification urbaine peut permettre d'augmenter la densité des arbres, les toits verts et les surfaces réfléchissantes dans les centres de population, afin de réduire la quantité de chaleur absorbée dans les environnements urbains. Nous avons concentré notre analyse sur les basses-terres continentales, qui présentent probablement le meilleur retour sur investissement pour les mesures d'urbanisme par rapport aux régions moins densément peuplées de la province. Comme pour notre scénario de refroidissement mécanique, nous nous sommes concentrés sur la modélisation des avantages pour la santé d'un résultat politique et n'avons pas évalué les meilleurs outils de planification urbaine pour atteindre ce résultat.

Nous avons utilisé les hypothèses suivantes pour notre scénario d'écologisation urbaine :

- ✦ En 2050, 50 % des surfaces imperméables appropriées (routes, trottoirs, aires de stationnement) sont recouvertes d'un couvert végétal; 50 % des surfaces imperméables ne se prêtant pas à un couvert végétal sont constituées de surfaces réfléchissant la lumière; et 100 % des surfaces sont converties d'ici à la fin du siècle.
- ✦ D'ici 2050, 25 % des toits sont transformés en toits vivants (végétalisés) et 25 % des toits sont transformés en surfaces réfléchissant la lumière. Avant la fin du siècle, la moitié des toits sont vivants et l'autre moitié sont des surfaces réfléchissant la lumière.
- ✦ D'ici 2050, 50 % des prairies adaptées seront converties en couvert arboré; 100 % du potentiel arboré des prairies sera atteint d'ici la fin du siècle.

Sur la base de ces hypothèses, nous avons constaté que les mesures d'écologisation urbaine pourraient réduire de 12 % les décès liés à la chaleur dans les basses-terres conti-

<sup>24</sup> Pour de plus amples détails, voir le rapport technique.

<sup>25</sup> Pour connaître les hypothèses concernant les coûts et les avantages de l'augmentation du refroidissement mécanique, voir le rapport technique.

mentales dans les années 2030 par rapport aux politiques de statu quo. Cela équivaut à une réduction des coûts sociétaux d'environ 1 milliard de dollars par an. En outre, nous estimons une réduction de 7 % des hospitalisations liées à la chaleur; ce qui équivaut à une économie d'environ 3 millions de dollars en coûts de santé par an (figure 8).

Nous avons constaté que, par rapport aux autres options d'adaptation envisagées, les mesures d'écologisation urbaine n'ont pas eu de répercussions immédiates. Cela s'explique en partie par le fait qu'il faut des décennies pour que les arbres atteignent une maturité afin d'avoir une incidence substantielle. En outre, comme il est souvent prohibitif de modifier les toits et les chaussées, nous supposons que l'augmentation de la réflectivité prend du

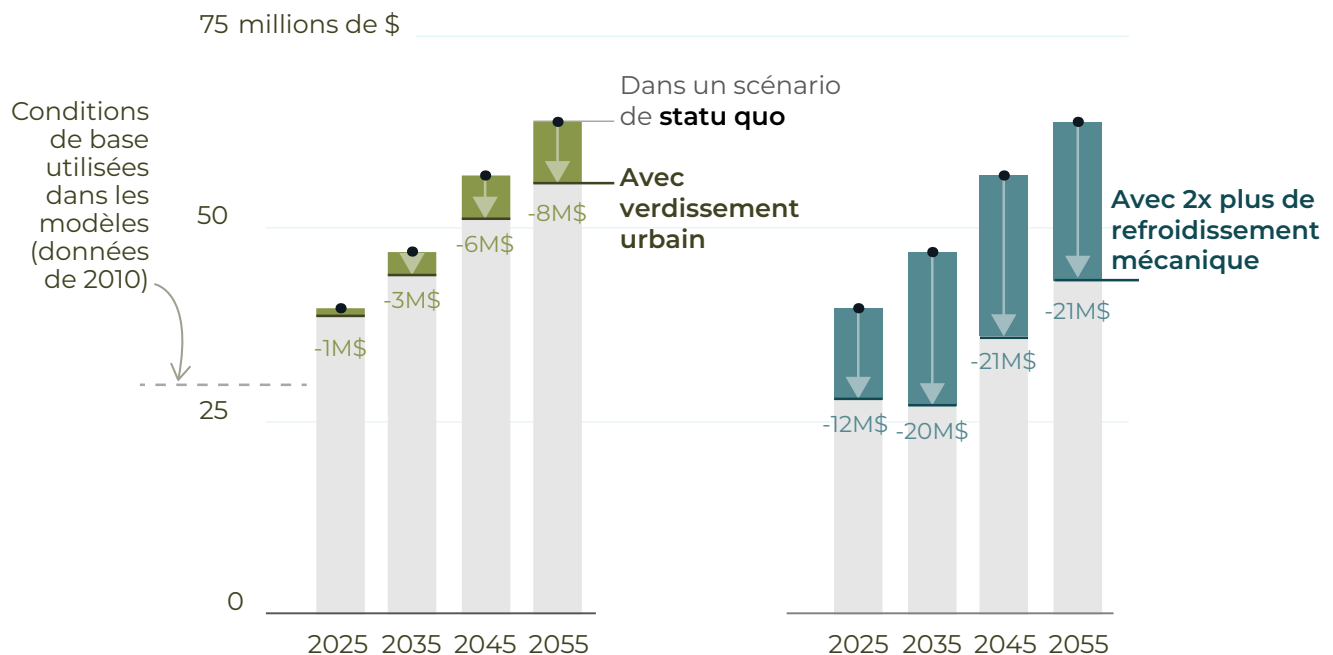
temps. Cependant, les mesures d'écologisation urbaine présentent des avantages à long terme; d'ici la fin du siècle, dans le cadre d'un scénario de réchauffement élevé, notre modélisation suggère que l'écologisation urbaine entraînerait moins de décès et d'hospitalisations que le refroidissement mécanique.

Nous avons calculé que le retour sur investissement d'une adaptation par l'écologisation urbaine se situerait entre 1,4 \$ et 0,90 \$ pour chaque dollar investi. Nous n'avons pas tenu compte des avantages connexes, tels que la possibilité de réduire les risques locaux d'inondation, ni des compromis et défis potentiels en matière d'urbanisme, tels que les implications de l'écologisation et de la densification urbaines sur l'abordabilité du logement<sup>26</sup>.

Figure 8

## Les interventions proactives en matière d'adaptation comme le **verdissement urbain** et le **refroidissement mécanique** peuvent réduire le coût annuel des hospitalisations liées à la chaleur de plus de 30 % d'ici le milieu du siècle.

Projection des coûts annuels des hospitalisations liées à la chaleur dans les basses-terres continentales



<sup>26</sup> Une discussion sur nos hypothèses concernant les coûts et les bénéfices des mesures de végétalisation urbaine est disponible dans le rapport technique qui l'accompagne.



## Les prévisions météorologiques sont suffisamment précises pour allonger les délais d'émission d'avertissements de chaleur en Colombie-Britannique.

En avertissant à temps de l'arrivée d'une vague de chaleur, les administrations publiques peuvent mobiliser des ressources et donner aux fonctionnaires, au personnel de santé et aux employeurs le temps de mettre en œuvre des plans d'intervention. Aux États-Unis, en Europe et en Australie, les avertissements publics de chaleur sont émis plusieurs jours à l'avance (National Weather Service 2023; Casanueva et coll. 2019; Victoria Department of Health 2023). Alors qu'ECCC fait part d'informations sur les vagues de chaleur potentielles aux administrations publiques et aux médias avant d'émettre des avertissements de chaleur officiels, ECCC n'émet des avertissements de chaleur publics qu'un à deux jours avant une vague de chaleur (en fonction des prévisions météorologiques pour les deux jours suivants) (ECCC 2020; McLean et coll. 2018; Bureau des coroners de C.-B. 2022; Ville de Burnaby 2021). En 2021, ECCC a émis un avertissement public de chaleur à 17 heures le 23 juin, moins de deux jours avant le début de la vague de chaleur (Little 2021). Certaines municipalités et autres organisations se sont appuyées sur l'avertissement public de chaleur d'ECCC pour déclencher des mesures de santé publique (Ville de Burnaby 2021). D'autres organisations ont attendu que l'alerte à la chaleur extrême dans les basses terres continentales soit émise le premier jour de la vague de chaleur.

ECCC et le Centre de contrôle des maladies de la C.-B. ont cité la précision des prévisions météorologiques comme l'une des limites potentielles dans l'élaboration des seuils d'alerte à la chaleur pour la Colombie-Britannique afin de réduire le nombre de fausses alertes et la fatigue des alertes (McLean et coll. 2018). En fonction des critères d'alerte de chaleur d'ECCC (ECCC 2020), nous avons examiné si ECCC pouvait émettre des alertes publiques plusieurs jours à l'avance avec un degré de précision raisonnable. Nous n'avons pas quantifié les avantages d'un allongement des délais, mais on peut raisonnablement supposer qu'un allongement des délais améliorera la réponse aux situations d'urgence, parfois de manière considérable.

Nous avons utilisé des ensembles de données de ForecastWatch pour comparer les données de prévisions historiques avec les observations météorologiques historiques et nous avons évalué la précision des prévisions de 16 stations météorologiques des États-Unis et du Canada avant et pendant la vague de chaleur de 2021 (figure 9). Nous avons constaté que les prévisions de température étaient généralement exactes trois jours à l'avance. Les stations les plus précises à trois jours d'échéance étaient Spokane, Omak, Kelowna et Williams Lake. Ces stations présentaient des différences entre les températures prévues et les températures réelles d'environ 1,5 °C. Les quatre stations les moins précises étaient Lytton, Whitehorse, Vancouver et Kamloops, où les différences entre les températures prévues et les températures réelles étaient en moyenne de 3,5 °C.

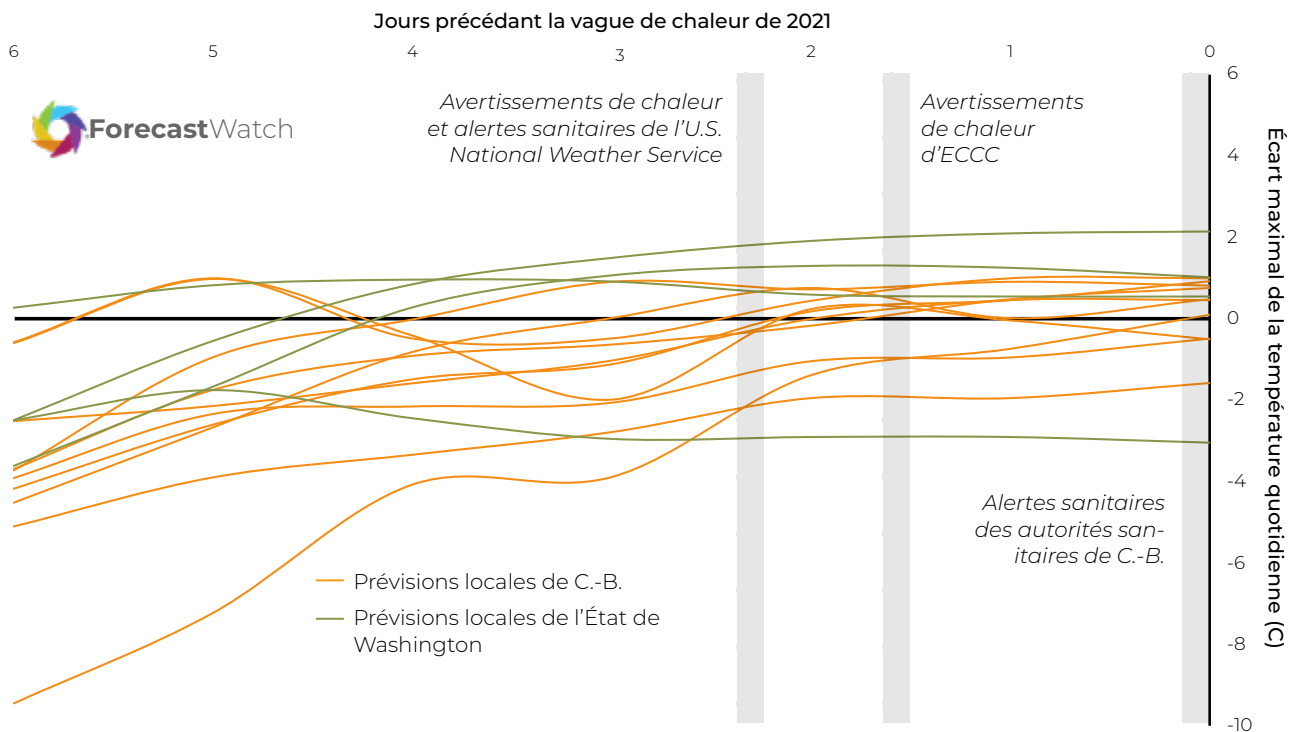
Station météorologique



En avertissant à temps de l'arrivée d'une vague de chaleur, les administrations publiques peuvent mobiliser des ressources et donner aux fonctionnaires, au personnel de santé et aux employeurs le temps de mettre en œuvre des plans d'intervention.

Figure 9

## La précision des prévisions était relativement constante trois jours avant la vague de chaleur. Précision des prévisions en Colombie-Britannique et dans l'État de Washington, du 25 au 29 juin 2021.



Nous avons également évalué la mesure dans laquelle la précision changerait si ECCC passait de son approche habituelle d'un ou deux jours de préavis pour un avertissement de chaleur public à un préavis de trois jours. Nous avons constaté que l'exactitude et la précision des alertes diminueraient légèrement, avec une augmentation de 15 % des fausses alertes. Toutefois, l'ampleur de cette erreur est inférieure aux erreurs d'alerte moyennes d'ECCC pour tous les autres types de phénomènes météorologiques extrêmes (ECCC 2022b). Notre analyse suggère que les prévisions météorologiques sont suffisamment précises pour qu'ECCC puisse, de manière réaliste, émettre des avertissements de chaleur trois jours avant les vagues de chaleur.

### Les mesures de santé publique en amont et les interventions d'adaptation des systèmes de santé en aval sont toutes deux importantes

Le système de santé devrait être la dernière ligne de défense contre les décès dus aux vagues de chaleur. Les interventions d'adaptation en amont sont essentielles pour réduire la demande sur le système de santé à long terme. Toutefois, les interventions en aval sont également essentielles. De plus,

il existe un risque substantiel de répercussions en aval dans l'ensemble du système de santé si les décideurs élaborent des politiques et des initiatives de santé publique en vase clos.

Par exemple, une ambitieuse initiative de communication publique et une augmentation des contrôles de bien-être effectués par les voisins ou les soins à domicile pourraient aider les gens à reconnaître leurs symptômes plus tôt et leur permettre de se rendre à l'hôpital avant d'être dans un état critique. Toutefois, le nombre net de vies sauvées pourrait être considérablement réduit en raison des retards et des décès supplémentaires dans les hôpitaux. En d'autres termes, le problème pourrait être déplacé en aval vers un autre goulot d'étranglement, à moins que les politiques ne soient modifiées dans l'ensemble du système. Cela reflète nos entretiens avec les professionnels de la santé, dont beaucoup ont suggéré que les hôpitaux auraient été dans une situation encore pire s'il n'y avait pas eu autant de problèmes en amont avec les ambulances, car davantage de personnes auraient dû être triées et soignées dans les services d'urgence. Cela ne signifie pas que les interventions d'adaptation en amont sont inefficaces, mais cela renforce l'importance de réfléchir ensemble aux interventions d'adaptation en amont et en aval.



# 5 RÉSEAU ÉLECTRIQUE ET SYSTÈMES DE TRANSPORT

Dans la présente section, nous décrivons comment les chaleurs extrêmes peuvent avoir des répercussions sur le réseau électrique et le système de transport, ainsi que les effets de la vague de chaleur sur ces infrastructures. Nous relevons ensuite les principales vulnérabilités qui ont influé sur les résultats pendant la vague de chaleur. Enfin, nous analysons les coûts et les avantages des mesures d'adaptation qui pourraient contribuer à remédier à ces vulnérabilités.

Les chaleurs extrêmes peuvent avoir une incidence sur la fiabilité des systèmes électriques en augmentant la résistance électrique dans les lignes et les équipements de transmission et de distribution; ce qui réduit l'efficacité de la transmission de l'électricité et augmente la probabilité de défaillance des équipements. Les chaleurs extrêmes peuvent également provoquer des pannes, si l'utilisation généralisée de climatiseurs et d'autres équipements mécaniques de refroidissement augmente la demande au-delà de la capacité d'un réseau.

Les vagues de chaleur ont également des répercussions sur les systèmes de transport. Avec l'augmentation des températures, les voies ferrées peuvent se dilater et se déformer (Industrial Economics 2021; Setsobhonkul et coll. 2017; Ness et coll. 2021); ce qui augmente le risque de déraillement. Bien que cela soit moins fréquent au Canada, la chaleur peut également provoquer l'orniérage de l'asphalte; ce qui entraîne des coûts d'entretien plus élevés (Barrow et coll. 2020; Fletcher et coll. 2016; Mills et coll. 2007; Maadani et coll. 2021). La température est particulièrement importante pour les infrastructures pavées, car ces actifs sont conçus pour une plage de température précise,

généralement fondée sur l'expérience historique. Si les routes continuent d'être conçues et entretenues selon des critères de conception des chaussées qui ne tiennent pas compte d'un climat futur plus chaud, l'augmentation des chaleurs extrêmes risque fort d'entraîner une hausse des coûts d'entretien, de réparation et de remplacement pour les pouvoirs publics (Fletcher et coll. 2016).

## Répercussions et coûts relatifs au réseau électrique et au système de transport

Tous les secteurs et tous les ménages dépendent de la fiabilité du réseau électrique et du système de transport. Lorsque les changements climatiques endommagent ces systèmes, il peut en résulter des coûts humains et économiques. Lors de la vague de chaleur, le réseau électrique de la Colombie-Britannique n'a pas subi de dommages ou de pannes critiques ayant entraîné des coûts importants, mais des signes ont indiqué que le réseau serait menacé en cas de chaleur extrême plus fréquente à l'avenir.

## Le réseau électrique a enregistré une demande estivale record et de nombreuses pannes localisées

Pour comprendre les répercussions et les coûts de la vague de chaleur de 2021 sur le réseau électrique provincial, nous avons analysé des informations provenant de rapports publics, de divulgations au titre de la liberté d'information et d'entretiens avec des représentants du gouvernement. Bien que nous n'ayons pas pu obtenir d'informations détaillées de BC Hydro (principale compagnie d'électricité de la province) pour calculer les coûts de la vague de chaleur de 2021, nous décrivons l'ampleur des répercussions.

Au cours de l'été 2021, BC Hydro a établi 19 records historiques de demande quotidienne d'électricité en été, y compris un record horaire de demande de pointe en été le 28 juin de 8 568 mégawatts (BC Hydro 2022). Ce nouveau record dépasse le précédent de 600 mégawatts, soit l'équivalent de la mise sous tension de 600 000 climatiseurs portables (BC Hydro 2022). La vague de chaleur de 2021 a entraîné un certain nombre de pannes d'électricité localisées dans toute la Colombie-Britannique, provoquant

des coupures pour environ 40 000 clients (Colelli 2021; Nesbit 2021; BC Hydro 2021a). Ces pannes ont eu une incidence sur le fonctionnement des systèmes mécaniques de refroidissement dans les logements, les entreprises et les établissements institutionnels dans de nombreuses régions de la province. Le centre correctionnel de l'île de Vancouver, par exemple, a connu une panne d'électricité liée à la chaleur; ce qui a entraîné l'arrêt des ventilateurs et de la ventilation pendant près de huit heures au plus fort de la vague de chaleur (FOI:PSS-2021-13054). Les données n'étaient pas disponibles pour évaluer le nombre total et l'étendue des pannes de refroidissement dans la province pendant la vague de chaleur de 2021.

## Vulnérabilités du réseau électrique et du système de transport

Nous avons relevé quatre facteurs clés qui ont eu une incidence sur le fonctionnement et la sécurité des infrastructures pendant la vague de chaleur de 2021 (tableau 9).

Tableau 9

### Vulnérabilités du réseau électrique et du système de transport ayant contribué aux répercussions de la vague de chaleur de 2021

Systèmes physiques	Établissements institutionnels
<ul style="list-style-type: none"><li>Le réseau électrique a globalement bien résisté, mais des défaillances localisées mettent en évidence les vulnérabilités liées aux vagues de chaleur</li><li>La chaleur a cloué au sol des flottes d'hélicoptères essentiels ou a limité leur fonction</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Les codes et les normes en matière d'infrastructures ont été lents à refléter l'évolution des risques liés au climat</li><li>Les services publics ne sont guère incités à gérer les changements climatiques et d'autres risques à long terme</li></ul>

## Les réseaux électriques ne sont pas tous conçus pour résister à des chaleurs extrêmes

Lorsque la demande d'électricité a atteint son maximum pendant la vague de chaleur de 2021, il n'y a pas eu de pannes d'électricité ou de défaillances du système à grande échelle. Toutefois, certains éléments particuliers du système électrique ont présenté des signes de faiblesse. Plus de 400 transformateurs sont, par exemple, tombés en panne en raison de la forte charge électrique (Gouvernement de la Colombie-Britannique 2022b) et un câble de transmission d'énergie reliant la partie conti-

mentale de la Colombie-Britannique à l'île de Vancouver a été endommagé par la chaleur; ce qui a conduit BC Hydro à envoyer un avis aux grands clients industriels de l'île de Vancouver de la nécessité éventuelle de réduire la demande (BC Hydro 2021b).

Ces domaines de vulnérabilité créent des risques considérables. Une électricité fiable est indispensable pour les services essentiels, notamment les usines de traitement des eaux, les épiceries, les aéroports et les centres communautaires (Clark et Kanduth 2022). La fiabilité du réseau électrique deviendra de plus en plus importante



à mesure que de plus en plus de secteurs de l'économie seront électrifiés et que les gens dépendront de l'électricité pour encore plus d'aspects de la vie quotidienne, en plus de la fonction vitale que représente le refroidissement mécanique pendant les périodes de chaleur extrême. Les collectivités autochtones rurales et isolées, en particulier, peuvent être exposées à des risques considérables, car les pannes d'électricité durent parfois des jours, voire des semaines, avant que les systèmes puissent être réparés (Unger 2021; Rezaei et coll. 2016; Smart 2022).

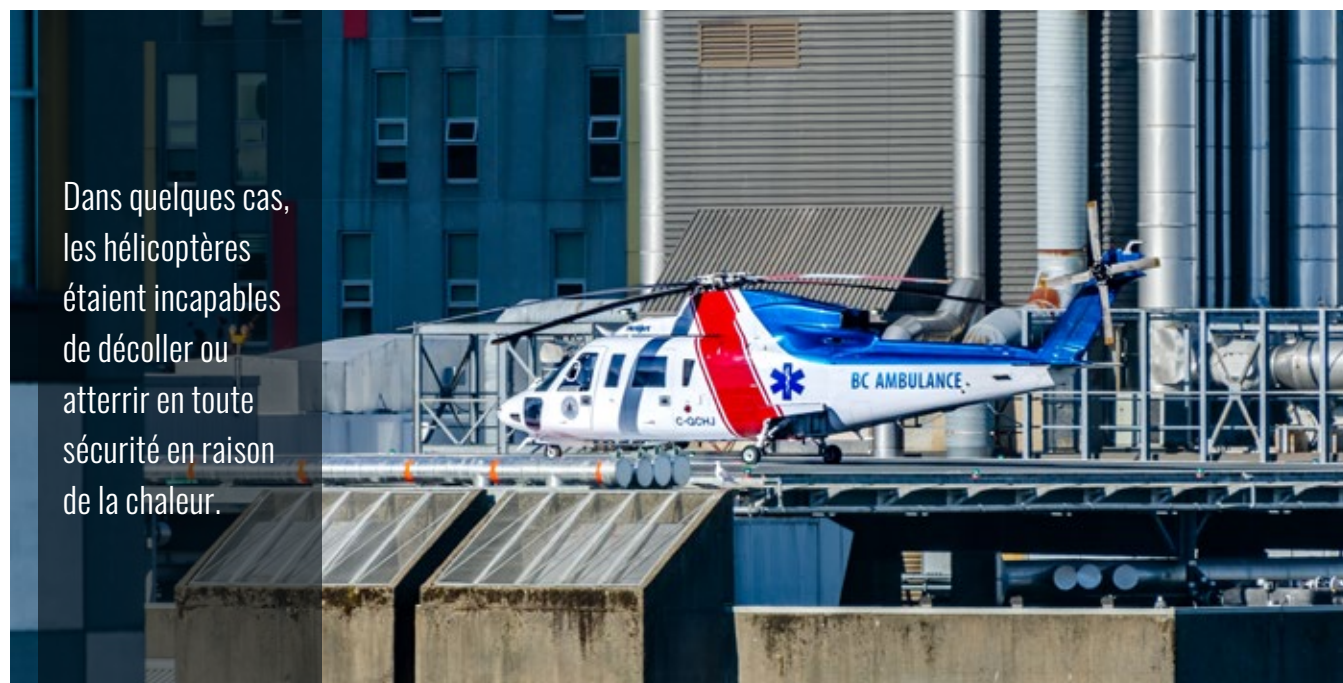
Les établissements de santé sont particulièrement vulnérables aux coupures de courant en cas de chaleur extrême, car beaucoup d'entre eux ne disposent pas de génératrices de secours suffisamment puissantes pour alimenter les systèmes de climatisation. Même si les hôpitaux et certains établissements de soins de longue durée sont tenus de disposer de génératrices de secours, celles-ci ne sont tenues que de fournir suffisamment d'énergie pour l'équipement médical essentiel et, dans de nombreux cas, ne pourraient pas alimenter les climatiseurs en cas de panne du système électrique.

### Les infrastructures routières ont été endommagées et les transports aériens perturbés

Des personnes interrogées au sein du ministère des Transports et de l'Infrastructure ont signalé plusieurs cas d'endommagements des réseaux routiers par les tempéra-

tures extrêmes. Par exemple, des routes très fréquentées se sont creusées de profondes ornières lorsque la chaleur extrême a ramolli l'asphalte, et des ponts ont subi des dommages aux articulations en raison de la dilatation thermique (Gouvernement de Colombie-Britannique 2022d). Le coût pour le gouvernement de la Colombie-Britannique des dommages causés par la vague de chaleur aux infrastructures routières et aux ponts a été estimé à plusieurs dizaines de millions de dollars (Ministère des Transports et des Infrastructures de C.-B. 2022). Les données relatives aux répercussions de la vague de chaleur sur les voies de chemin de fer de la province n'étaient pas disponibles.

Le transport aérien a également été perturbé. Des hélicoptères du BC Ambulance Service n'ont pas pu atterrir aux principaux hôpitaux des basses-terres continentales, notamment à l'hôpital Royal Columbian, à l'hôpital général de Vancouver et à l'hôpital de Whistler, parce que l'air chaud était trop mince pour qu'ils puissent planer et atterrir en toute sécurité (FOI: F22-1576). Les patients devaient donc être transportés par des ambulances terrestres, en risquant de retarder le traitement de pathologies urgentes, telles que les accidents vasculaires cérébraux ou des lésions traumatiques. En outre, d'après les entretiens et les données de performance des hélicoptères sous contrat avec le BC Wildfire Service, nous avons relevé des cas où les hélicoptères de gestion des feux de forêt étaient probablement incapables de décoller ou des cas où le service avait dû modifier les plans de vol en raison de la chaleur (Sikorsky 2007).



Dans quelques cas, les hélicoptères étaient incapables de décoller ou atterrir en toute sécurité en raison de la chaleur.

## Dangers en cascade

Encadré 5

Le concept de dangers en cascade fait référence à la création d'autres événements dangereux à partir des conditions créées par un événement dangereux initial. Même si notre analyse se concentre sur les coûts directs de la vague de chaleur de 2021, la prise en compte des répercussions des risques en cascade résultant de la vague de chaleur aurait entraîné des coûts globaux beaucoup plus élevés. La vague de chaleur a été l'un des principaux facteurs à l'origine des incendies de forêt qui ont suivi, car elle a provoqué une sécheresse extrême dans toute la province; ce qui a porté les niveaux de danger d'incendie à des conditions extrêmes que l'on rencontre normalement à la fin de l'été (Gouvernement de la Colombie-Britannique 2022b). Au cours de la brève période de la vague de chaleur, le nombre d'incendies de forêt actifs en Colombie-Britannique est passé de six (124 hectares brûlés) à 175 qui ont consumé 78 939 hectares (White et coll. 2023). Les coûts associés aux incendies de forêt provoqués par les vagues de chaleur, tels que les coûts des dommages et de la destruction des collectivités situées dans les zones touchées, ou les ressources consacrées à la lutte contre les incendies, aux efforts d'évacuation des collectivités ou au rétablissement des collectivités, ne sont pas pris en compte dans notre analyse. L'évaluation complète des coûts de la vague de chaleur de 2021 et des futures vagues de chaleur potentielles, ainsi que la préparation aux événements futurs, doit intégrer les risques et les coûts des contributions des vagues de chaleur aux incendies de forêt et à d'autres risques en cascade.

*Un automobiliste observe depuis une voie d'arrêt sur la Transcanadienne un feu de forêt qui brûle sur le flanc d'une montagne à Lytton, C.-B., le jeudi 1er juillet 2021. LA PRESSE CANADIENNE/Darryl Dyck*



## Coûts futurs relatifs au réseau électrique et au système de transport

Les coûts des dommages climatiques et de la destruction des infrastructures sont susceptibles d'augmenter à l'avenir, étant donné que des conditions météorologiques plus extrêmes, y compris des chaleurs extrêmes, exercent une pression plus forte sur les infrastructures essentielles, notamment les systèmes de transport et réseaux électriques. En l'absence d'interventions proactives, la réparation et le remplacement prématuré des infrastructures touchées par les conditions climatiques auront un coût élevé, et les coûts humains et économiques des perturbations des infrastructures essentielles continueront d'augmenter.

### La demande maximale d'électricité en Colombie-Britannique pourrait passer de l'hiver à l'été


Dans des études antérieures, l'Institut climatique du Canada a modélisé les répercussions et les coûts futurs sur le système électrique de la Colombie-Britannique en raison de l'usure des équipements liée au climat et de la demande d'électricité pour la climatisation induite par la chaleur (Ness et coll. 2021). Alors que la demande de pointe du réseau électrique en Colombie-Britannique a toujours eu lieu l'hiver, notre analyse montre que l'augmentation de la demande de pointe en été (due à l'augmentation du refroidissement mécanique) pourrait dépasser la demande de pointe en hiver d'ici quelques dizaines d'années. D'ici la fin du siècle, la demande estivale moyenne correspondra à la demande hivernale dans le cadre d'un scénario de

réchauffement moyen. Dans un scénario de réchauffement élevé, la demande estivale moyenne sera plus élevée que la demande hivernale dans l'ensemble de la Colombie-Britannique. (Ness et coll. 2021).

En l'absence de nouvelles politiques et d'adaptation des infrastructures de transport et de distribution d'électricité, les dommages continueront d'augmenter au cours des prochaines décennies. Nous estimons que dans un scénario de réchauffement moyen, l'usure due à la chaleur et aux changements de précipitations coûtera 120 millions de dollars par an aux compagnies d'électricité de la Colombie-Britannique et 140 millions de dollars dans un scénario de réchauffement élevé (Ness et coll. 2021).

### La chaleur extrême pourrait influencer sur la fiabilité et l'exploitation des chemins de fer à l'avenir

Afin d'estimer les répercussions physiques et les coûts pour les chemins de fer de la Colombie-Britannique, notre étude précédente a examiné les effets du réchauffement des températures estivales directement sur les lignes ferroviaires. Sous l'effet d'une chaleur extrême, les voies s'affaiblissent et peuvent se déformer; ce qui oblige à réduire la vitesse des trains et parfois à fermer complètement des tronçons de voies. Nous avons estimé que le coût des dommages et des retards dans le transport ferroviaire en Colombie-Britannique augmentera de 19 millions de dollars par an d'ici 2030; la majorité de ces coûts étant due aux retards. Nous estimons que les coûts pourraient atteindre entre 27 et 62 millions de dollars d'ici le milieu du siècle, respectivement pour les scénarios de réchauffement faible et élevé (Ness et coll. 2021).



Sous l'effet d'une chaleur extrême, les voies s'affaiblissent et peuvent se déformer; ce qui oblige à réduire la vitesse des trains et parfois à fermer complètement des tronçons de voies.

## Les températures extrêmes augmenteront l'usure des routes de la Colombie-Britannique

Nous estimons que l'usure des routes de la Colombie-Britannique due aux précipitations et aux changements de température coûtera à la province et aux municipalités 175 millions de dollars supplémentaires par an d'ici 2030 (Ness et coll. 2021). Au milieu du siècle, les coûts annuels supplémentaires pour ces administrations publiques se situeront entre 346 et 483 millions de dollars par an, respectivement pour un scénario de réchauffement faible et élevé. Les effets de la chaleur représentent environ 75 % de ces dommages; le reste étant attribuable aux effets de précipitations plus fréquentes et plus intenses. Nos résultats indiquent qu'un réchauffement climatique réduira les coûts des dommages causés aux routes par le gel et le dégel dans certaines parties de la Colombie-Britannique, mais cette réduction est bien inférieure aux coûts des dommages causés par des températures plus élevées et des précipitations accrues (Ness et coll. 2021).

## Les services aériens essentiels n'ont pas prévu de s'adapter à une augmentation de la fréquence et de l'intensité des chaleurs extrêmes

La principale flotte d'hélicoptères sous contrat avec le BC Ambulance Service a des capacités réduites en cas de températures élevées. Pour que la flotte actuelle réponde aux normes de performance en vol stationnaire définies dans les documents d'achat des services d'ambulance, les températures doivent être inférieures à 15 °C (Provincial Health Services Authority et services de santé d'urgence de la Colombie-Britannique 2021). En outre, ces hélicoptères ont une température de fonctionnement maximale déclarée de 45 °C (Sikorsky 2007). Cela suggère que les ambulances aériennes pourraient ne pas être en mesure de remplir toutes leurs fonctions nécessaires, comme l'atterrissage sur les héliports des hôpitaux, en cas de chaleur extrême, voire ne pas être en mesure de fonctionner du tout. En analysant les projections des modèles climatiques pour la Colombie-Britannique, nous avons constaté que d'ici 2030, les hélicoptères actuellement sous contrat avec le BC Ambulance Service et le BC Wildfire Service pourraient être cloués au sol dans certaines régions pendant un jour tous les trois ans en moyenne. Au milieu du siècle, nous estimons que, pendant au moins deux semaines par été, certains hélicoptères seront cloués au sol en raison de

températures extrêmes. Nous n'avons pas été en mesure d'estimer les coûts potentiels de ces répercussions; cependant, cela pourrait avoir une incidence sur les soins médicaux ou la lutte contre les incendies de forêt pendant les périodes où ils sont le plus nécessaires.

## Interventions d'adaptation du réseau électrique et du système de transport

Une adaptation proactive peut réduire ces coûts futurs attendus. Nous avons modélisé deux séries d'interventions d'adaptation basées sur les vulnérabilités relevées : le remplacement de composantes du réseau électrique par des équipements capables de résister à la chaleur future prévue et l'amélioration des matériaux routiers, afin qu'ils soient plus résistants aux augmentations futures des précipitations et des températures.

### L'adaptation de la conception du réseau électrique pourrait réduire les coûts de moitié

L'Institut climatique du Canada a déjà analysé les coûts et les avantages d'une modernisation proactive des infrastructures de transport et de distribution d'électricité en prévision des changements futurs de température et de précipitations dans toutes les provinces et tous les territoires, y compris la Colombie-Britannique. (Ness et coll. 2021). Pour cette analyse, nous avons supposé que les services publics avaient commencé à remplacer les équipements de transmission et de distribution, tels que les lignes de transmission, les transformateurs et les poteaux de distribution, en fin de vie, par des matériaux et des composantes qui résisteront aux changements de température et de précipitations pendant au moins 30 ans.

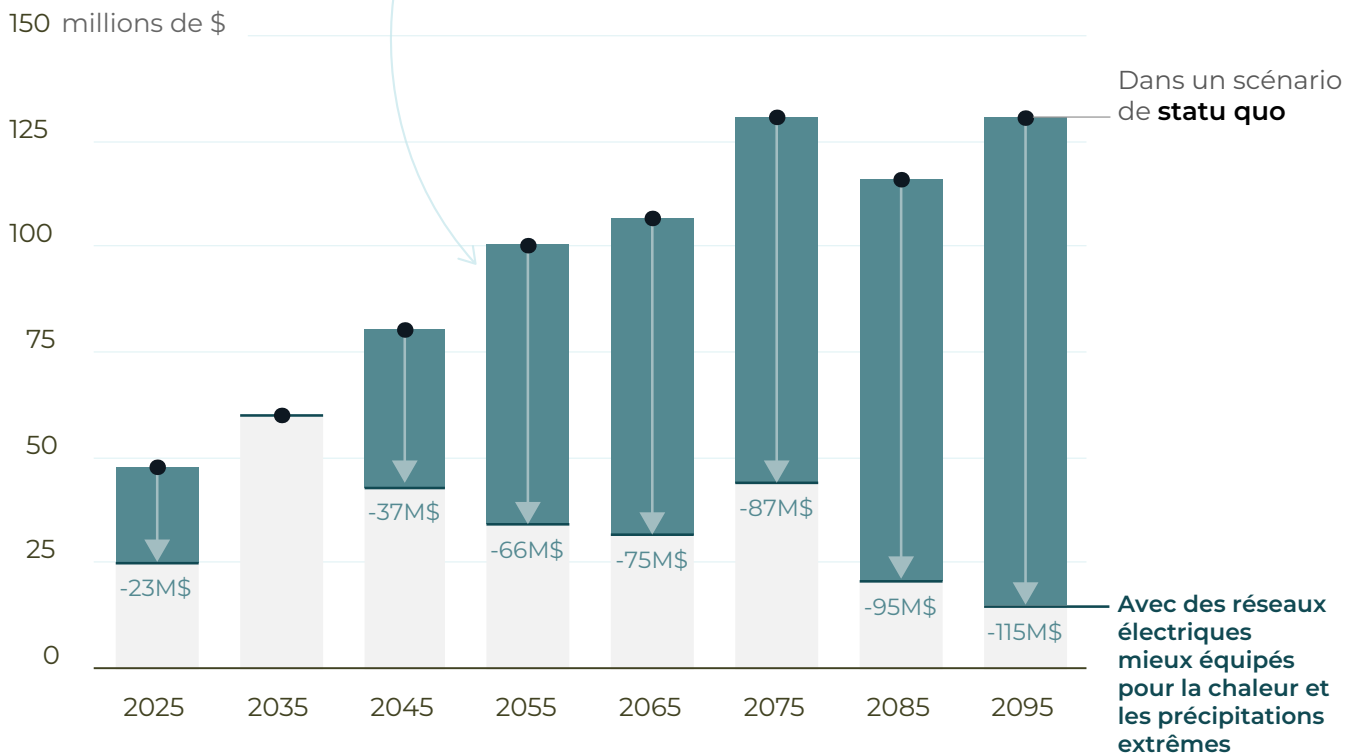
Nous avons constaté qu'une adaptation proactive peut réduire les coûts de réparation et de remplacement induits par le climat en Colombie-Britannique d'au moins 50 % d'ici 2040 par rapport à un scénario de base de statu quo (figure 12). Il n'a pas été possible d'analyser la réduction potentielle des pannes non planifiées résultant de la conception et de la construction de réseaux électriques destinés à fonctionner dans un environnement plus chaud et plus extrême. Cependant, il est probable que l'adaptation des réseaux électriques aux chaleurs extrêmes réduirait également ces risques (Association canadienne de l'électricité, 2016).



Figure 10

## L'adaptation des réseaux électriques à des environnements extrêmes peut réduire de plus de 50 % les **coûts de réparation et de remplacement** d'ici le milieu du siècle.

Projection des coûts annuels de réparation du réseau électrique en Colombie-Britannique dans un scénario de réchauffement moyen



### La modernisation des matériaux routiers permettra de réduire les coûts et les perturbations

L'analyse précédente de l'Institut a également modélisé les avantages de l'utilisation de matériaux plus résistants à la chaleur lors de l'entretien régulier ou du remplacement des routes, y compris la modification des enrobés bitumineux avec des qualités de liant adaptées aux futures augmentations de température estivale et la modification des liants bitumineux, des produits d'étanchéité de surface et des matériaux de la couche de base afin de mieux résister aux futures augmentations des précipitations. Notre analyse a révélé qu'en l'espace d'une décennie, les coûts des dommages routiers induits par le climat pourraient

diminuer de 15 % en Colombie-Britannique, si ces mesures d'adaptation étaient mises en œuvre. En outre, les rendements augmenteront considérablement par la suite, au fur et à mesure que de nouvelles routes seront rendues résilientes. Nos résultats suggèrent qu'avec des interventions d'adaptation proactives, d'ici le milieu du siècle, les coûts des dommages routiers dus aux répercussions climatiques pourraient diminuer d'environ 90 %. Cela équivaut à environ 300 millions de dollars d'économies par an pour les administrations publiques provinciales et municipales. Le ministère des Transports et de l'Infrastructure a adopté de nouvelles lignes directrices pour la conception des routes qui ont commencé à favoriser ce type d'adaptation (Ministère des Transports et des Infrastructures de C.-B. 2019).



# 6 SYSTÈMES ALIMENTAIRES

Les chaleurs extrêmes ont des effets physiologiques négatifs sur les plantes et les animaux; ce qui a des répercussions sur les systèmes alimentaires (Thornton et coll. 2021; B.C. Fruit Growers' Association 2018). Dans la présente section, nous décrivons les répercussions et les coûts de la vague de chaleur de 2021 sur les systèmes alimentaires de la Colombie-Britannique, en mettant l'accent sur la production agricole. Ensuite, nous déterminons les facteurs politiques et institutionnels qui ont joué un rôle dans les répercussions de la vague de chaleur sur ces systèmes. Enfin, nous soulignons les interventions d'adaptation qui pourraient améliorer la résilience des systèmes alimentaires de la province.

## Coûts et répercussions relatifs au système alimentaire

La vague de chaleur de 2021 a eu une série de répercussions sur les systèmes alimentaires de la Colombie-Britannique. L'élevage et les pêches aux mollusques et crustacés ont été touchés, alors que la production et la qualité des fruits et légumes ont diminué. Ces répercussions ont entraîné des coûts pour les producteurs et une augmentation des indemnités d'assurance, qui sont partiellement subventionnées par les administrations publiques et disponibles pour certaines cultures, afin de gérer le risque de pertes liées aux conditions météorologiques. Il y a également eu d'importantes répercussions sur les aliments traditionnels des peuples et des collectivités autochtones.

## Les chaleurs extrêmes ont affecté les élevages et les pêches dans toute la Colombie-Britannique et ont eu des répercussions sur la production et les économies locales

La vague de chaleur de 2021 a affecté la santé des animaux

d'élevage et des mollusques et crustacés dans toute la province. Environ 661 000 volailles sont mortes (Gouvernement de la Colombie-Britannique 2021d); ce qui représente plus de 5 millions de dollars de pertes de revenus (BC Chicken Marketing Board 2021; Lee et Parfitt 2022; B.C. Turkey Association et B.C. Turkey Marketing Board 2021). La production d'œufs et de produits laitiers a également diminué (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2021b; 2021c; FOI:AGR-2021-13065).

La récolte et l'élevage de mollusques et de crustacés ont été fortement touchés dans toute la Colombie-Britannique. Une étude a estimé qu'un million de moules sauvages sont mortes sur une bande littorale de 100 mètres dans la mer des Salish pendant la seule vague de chaleur de 2021 (White et coll. 2023). La production de moules d'élevage en 2021 a diminué de 25 % par rapport aux deux années précédentes (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2022a). Les médias et les représentants du gouvernement ont rapporté que jusqu'à 70 % des mollusques d'élevage étaient morts dans certaines régions de la province (Dandekar 2021; CTV News 2022). Le revenu total des mytiliculteurs commerciaux en Colombie-Britannique a diminué de 40 % en 2021 par rapport à la moyenne des cinq années précédentes, même si

la vague de chaleur n'a pas été la seule cause de cette baisse (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2022a). Les répercussions sur les opérateurs ont été considérables. Par exemple, deux ostréiculteurs auraient subi des pertes de 30 000 \$ et 70 000 \$ chacun après avoir perdu jusqu'à 80 % de leurs huîtres (Dandekar 2021). Aucune estimation quantitative des répercussions sur les stocks de poissons n'était disponible, mais des quelques rapports suggèrent que la vague de chaleur a probablement contribué à la mortalité de poissons (Gouvernement de la Colombie-Britannique 2021d).

### La production et la qualité des fruits et légumes ont diminué dans de nombreuses régions

La Colombie-Britannique produit plus de fruits que toute autre province du Canada et l'industrie des fruits d'arbres a contribué à elle seule à hauteur de 162 millions de dollars au PIB de la province en 2019 (AAC 2021b; Deloitte 2021). La vague de chaleur a été particulièrement coûteuse pour les cultures qui se trouvaient à des stades de croissance critiques (White et coll. 2023). Par exemple, les cerises et les framboises, qui ont subi certaines des pertes les plus importantes, sont récoltées en juillet et en août et se trouvent généralement à un stade de croissance critique à la fin du mois de juin (White et coll.

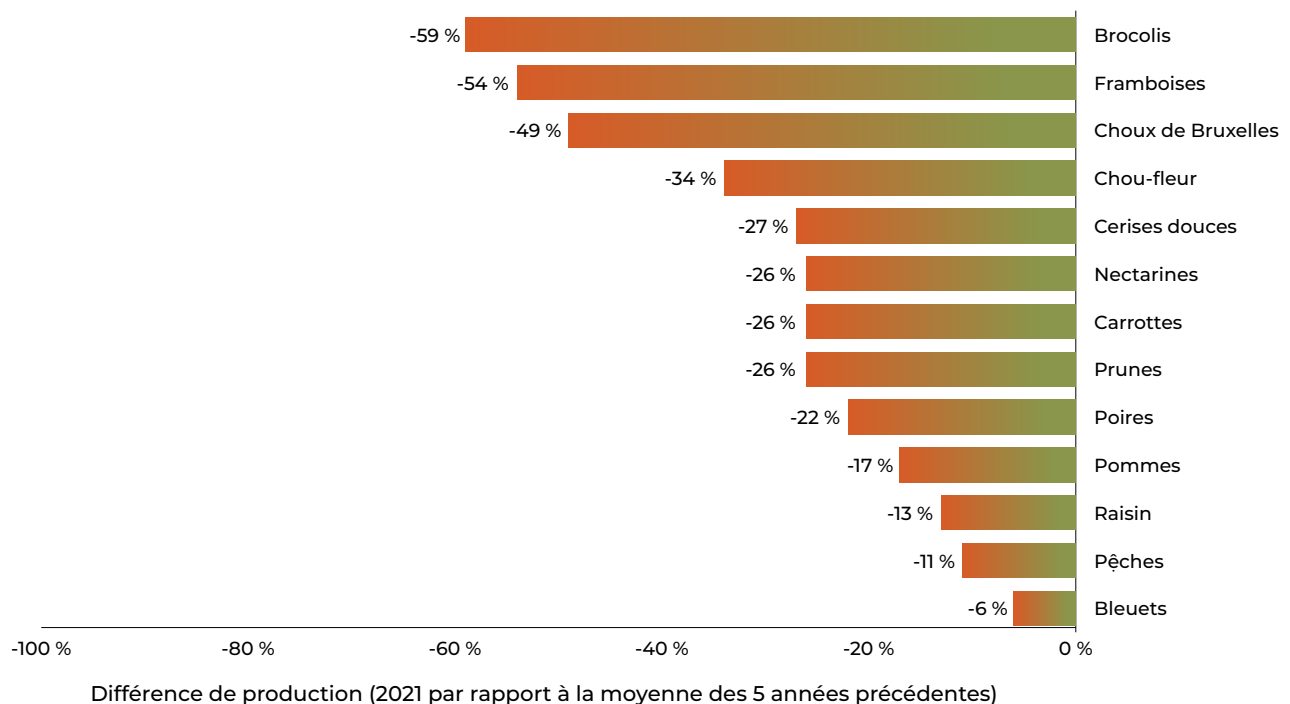
2023). D'autres cultures dont la période de croissance critique ne coïncide pas avec la vague de chaleur, comme les canneberges, ont été moins touchées (White et coll. 2023; Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2021b; 2021c).

Il est difficile d'isoler les effets de la vague de chaleur de 2021 sur les données relatives à la production agricole annuelle, étant donné que la Colombie-Britannique a été confrontée à de multiples événements météorologiques extrêmes en 2021, notamment des incendies de forêt et des inondations. Toutefois, les données relatives à la production des cultures touchées par la vague de chaleur de 2021 montrent une baisse considérable de la production en 2021 (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2020; 2021c; 2021d; White et coll. 2023) (figure 13). Outre les données de production, d'autres indicateurs permettent de dresser un tableau plus complet de la situation. À l'aide de données satellitaires, une étude a constaté une baisse notable de la végétation verte vivante (un indicateur de la santé des plantes) dans six des huit divisions agricoles de la Colombie-Britannique entre le 20 juin et le 3 juillet 2021 (White et coll. 2023). Certains des déclinés les plus prononcés de la végétation verte vivante se sont produits dans les régions les plus productives de la province sur le plan agricole (White et coll. 2023).

Figure 11

### La production agricole de la Colombie-Britannique a diminué pendant la vague de chaleur

La vague de chaleur a été particulièrement coûteuse pour les cultures à un stade de croissance critique, telles que les framboises





La chaleur entraîne également une baisse de la qualité des fruits (tableau 10). Le stress thermique peut rendre les fruits plus petits et plus mous et causer des dommages à la peau; ce qui peut les rendre non viables pour la vente (White et coll. 2023; Fruit Growers' Association 2018). Les framboises et les cerises, par exemple, qui représentaient environ 85 millions de dollars de recettes d'exportation en 2020, sont devenues plus petites, décolorées et ratatinées pendant la vague de chaleur (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2020; 2021c; 2021d).

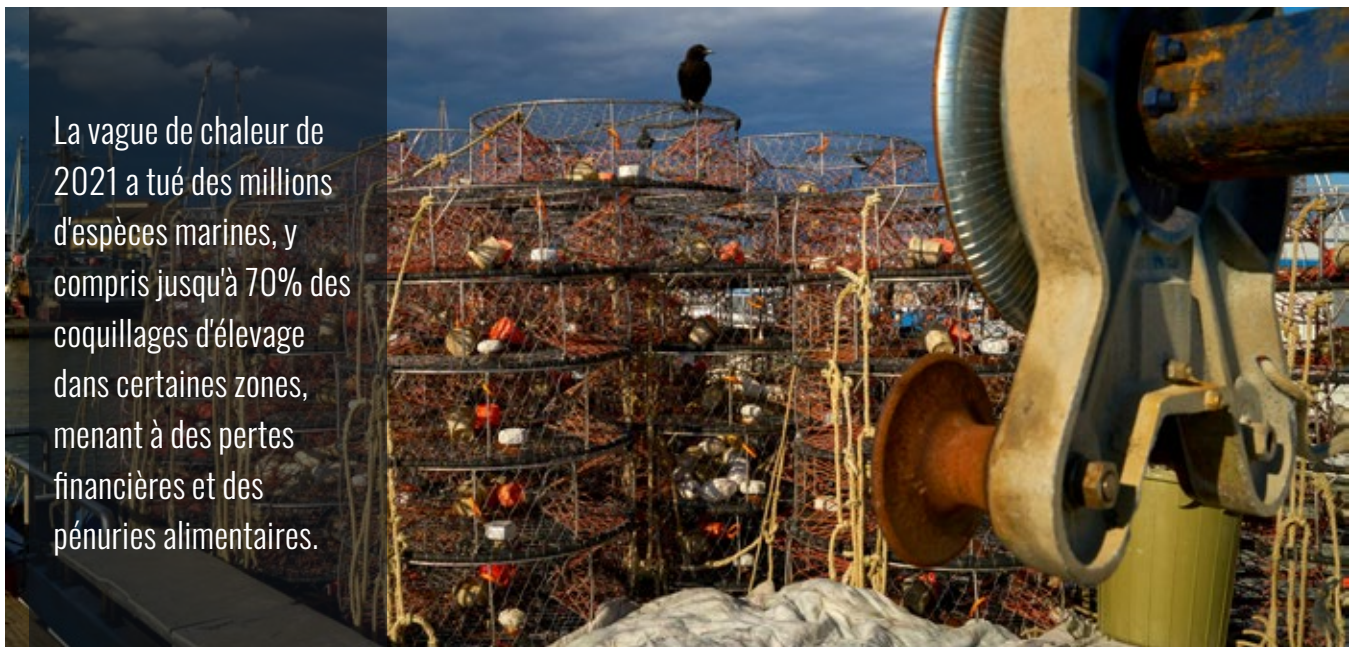
La vague de chaleur de 2021 a entraîné des pertes de revenus pour les producteurs agricoles. L'industrie des fruits d'arbres a perdu plus de 17 millions de dollars de revenus, soit 17 % des revenus annuels possibles de cette industrie (B.C. Fruit Growers Association 2021). Les ventes de framboises à la ferme en 2021 étaient inférieures de plus de 6 millions de dollars à la moyenne des cinq années précédentes, soit une baisse de 35 %<sup>27</sup>. Les ventes de cerises ont diminué de près de 15 millions de dollars, soit une baisse de 19 % (Statistique Canada 2023c).

En 2021, les indemnités versées par l'assurance-récolte subventionnée par le gouvernement en cas de chaleur extrême se sont élevées à près de 12 millions de dollars pour les fruits d'arbres, soit les indemnités les plus élevées jamais versées pour des raisons de chaleur, selon les personnes interrogées au sein du ministère de l'Agriculture (Ministère

de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2022). Les indemnités se sont concentrées dans les secteurs des cerises douces et des pommes. Outre les pertes de revenus, les producteurs ont dû faire face à des coûts supplémentaires d'énergie et d'irrigation (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2021b; 2021c). En 2021, les agriculteurs de la Colombie-Britannique ont dépensé 17 % de plus en électricité que la moyenne des cinq années précédentes, bien que cette augmentation ne puisse être attribuée à la seule vague de chaleur (Statistique Canada 2022b).

## Les systèmes alimentaires autochtones ont été largement touchés

Les chaleurs extrêmes posent des problèmes propres aux collectivités autochtones (Gifford et coll. 2022; Centre de collaboration nationale de la santé autochtone 2022). Le réchauffement des températures au cours des dernières décennies a déjà influé sur le calendrier, la disponibilité et l'abondance des aliments traditionnels (Wale 2022; Turner et coll. 2009). Les personnes qui chassent, pêchent et récoltent des aliments traditionnels peuvent avoir subi des répercussions supplémentaires et des pénuries alimentaires à court terme pendant la vague de chaleur de 2021, contribuant probablement à l'insécurité alimentaire pour les collectivités autochtones qui dépendent d'aliments traditionnels pour leur subsistance (Gouvernement de Colombie-Britannique 2022b; Yumagulova et coll. 2022; BCAFN 2022).



La vague de chaleur de 2021 a tué des millions d'espèces marines, y compris jusqu'à 70% des coquillages d'élevage dans certaines zones, menant à des pertes financières et des pénuries alimentaires.

<sup>27</sup> Nous utilisons les valeurs à la ferme pour désigner les ventes des producteurs à la ferme. Les valeurs à la ferme n'incluent que les paiements aux producteurs au premier point de transaction et excluent les coûts ultérieurs de livraison, d'entreposage et de commercialisation.



# Perspective à la première personne sur les répercussions de la vague de chaleur de 2021 sur les sources alimentaires autochtones


par Janna Wale

Au cours de l'été 2021, je me suis rendue sur les territoires *Gitxsan* et *Secwépemc* pour recueillir des données en vue de mon mémoire de maîtrise, qui portait sur la résilience climatique des collectivités autochtones. Je suis une femme *gitxsan* et j'avais hâte de retourner dans ma collectivité et de participer aux activités de récolte qui ont généralement lieu à la fin de l'été et au début de l'automne, comme la migration des saumons et la récolte des *Sima'aay* (myrtilles). Grâce à mes recherches, à mes discussions avec les membres de la collectivité et à mes propres expériences, j'ai pu constater les répercussions considérables de la vague de chaleur de 2021 sur nos systèmes alimentaires.

Au cours de cet été-là, j'ai interrogé huit personnes et sondé 28 membres de la collectivité. Chacun d'entre eux a remarqué que la chaleur avait une incidence sur leur territoire. Une participante a expliqué à quel point le sol était sec et que la chaleur modifiait déjà les schémas d'inondation et de sécheresse sur son territoire. Un autre participant a déclaré que c'était comme si les plantes étaient désorientées et fleurissaient à des moments différents de la normale. Et quelqu'un m'a parlé du mauvais état des poissons remontant les rivières cette année-là (Wale 2022).

Lorsque je suis allé récolter des myrtilles en août, j'ai pu constater l'ampleur des conséquences de la vague de chaleur. La myrtille étant l'une des cultures les plus récoltées dans notre région, chaque famille a ses propres lieux de cueillette préférés qui approvisionnent nos familles depuis des générations. En 2021, nous nous sommes rendus à trois endroits avant de trouver des baies en assez bon état pour être récoltées. Une fois sur place, nous avons dû marcher jusqu'à la limite des arbres pour trouver des baies qui avaient survécu; les basses altitudes semblaient être plus durement touchées que les hauteurs où il faisait probablement plus frais. Cependant, les baies qui ont survécu à la chaleur extrême en altitude présentaient des signes de stress thermique : les feuilles





étaient flétries et présentaient des dommages visibles le long de leurs bords. Les baies étaient plus petites et encore assez amères, comme si elles avaient mûri trop vite.

L'un de nos enseignements est que lorsque vous cueillez, vous devez en laisser suffisamment pour les animaux, qui ont également besoin de nutriments. Si nous avons eu la chance d'obtenir des myrtilles cette année-là, nous avons dû travailler plus dur pour en obtenir suffisamment pour que tout le monde en ramène à la maison, tout en veillant à ne pas trop cueillir le peu qu'il restait. En tant qu'Autochtone vivant loin de ma collectivité, le fait de pouvoir accéder à des aliments traditionnels comme les myrtilles tout au long de l'année contribue largement à mon bien-être; cela crée une continuité dans mon lien avec la collectivité et me permet d'accéder à la nourriture en tant que médecine. Les changements climatiques créant des événements soudains plus fréquents et plus graves, associés à un réchauffement lent continu, il y aura davantage de répercussions sur les systèmes alimentaires traditionnels, comme notre myrtille. Les répercussions sur ces systèmes alimentaires sont considérables : elles ont une incidence sur notre culture, notre identité et notre santé, en raison de leurs liens étroits avec les enseignements, les médecines et les pratiques qui sont menacés par les changements climatiques.

*Mme Wale est gitxsan de la Première nation Gitanmaax, ainsi que cri-métisse du côté de sa mère. Elle est titulaire de deux diplômes d'établissements d'enseignement Western et récoltait des myrtilles sur son territoire au cours de l'été 2021, année de la canicule en Colombie-Britannique.*

Tableau 10

## Résumé des répercussions de la vague de chaleur de 2021 sur les industries alimentaires de la Colombie-Britannique.<sup>28</sup>

Industrie	Régions touchées	Répercussions	Coût de la canicule en 2021
<b>Volaille</b>	80 % des élevages de volailles se trouvent dans la vallée du Fraser et les basses-terres continentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>661 000 volailles sont mortes, dont 416 146 poulets et 60 000 dindes élevés pour la consommation de viande</li> <li>Les températures élevées dans les bâtiments d'élevage étaient dangereuses; certains oiseaux ont dû être déplacés à la main vers des lieux plus frais.</li> <li>Certaines volées ont produit à 70 % en dessous de leur capacité normale de ponte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 millions de dollars de pertes de revenus pour les producteurs</li> <li>Aucune donnée publiquement disponible pour les volailles de ponte</li> </ul>
<b>Produits laitiers</b>	La plupart des exploitations laitières se trouvent dans les basses-terres continentales, le sud-est de l'île de Vancouver et le nord de la région d'Okanagan-Shuswap	<ul style="list-style-type: none"> <li>La production de lait a diminué d'environ 400 000 litres par jour (baisse de 17 %) pendant cinq jours</li> <li>Un demi-million de litres de lait ont été jetés parce qu'il était impossible de les maintenir à des températures fraîches</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation non précisée des coûts pour les producteurs, y compris les coûts associés aux perturbations de la chaîne d'approvisionnement</li> </ul>
<b>Mollusques et crustacés</b>	La plupart des fermes conchylicoles se trouvent sur l'île de Vancouver et de nombreuses collectivités autochtones de la côte récoltent des coquillages	<ul style="list-style-type: none"> <li>Des millions d'espèces marines sont mortes, y compris des espèces importantes sur le plan commercial (balanes, moules, huîtres, palourdes, crabes)</li> <li>La récolte de moules a diminué de 9 % en 2021 par rapport à la moyenne des cinq années précédentes</li> <li>Jusqu'à 70 % des coquillages d'élevage sont morts dans certaines régions</li> <li>Les pertes de coquillages ont eu des répercussions sur la sécurité alimentaire et la culture des collectivités autochtones qui les récoltent</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas d'information sur les coûts totaux</li> <li>Les médias ont rapporté que deux ostréiculteurs ont subi des pertes de 30 000 \$ et 70 000 \$ chacun après avoir perdu jusqu'à 80 % de leurs huîtres</li> </ul>
<b>Poisson</b>	Les collectivités autochtones pour lesquelles le saumon revêt une importance nutritive et culturelle ont été touchées de manière disproportionnée	<ul style="list-style-type: none"> <li>La mortalité des saumons était probablement plus élevée en raison du réchauffement des eaux et de la diminution du débit des rivières et des ruisseaux; ce qui réduit la capacité des saumons à se déplacer et à se nourrir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aucune donnée publiquement disponible</li> </ul>
<b>Fruits</b>	Régions de la vallée du Fraser et du sud de l'Okanagan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baisse de la production et de la qualité des fruits, en particulier des fruits d'arbres (p. ex., les cerises)</li> <li>Certaines exploitations de cerisiers ont perdu 70 % de leurs arbres fruitiers et certains producteurs de baies ont perdu 10 à 60 % de leurs récoltes</li> <li>Baisse des recettes de vente pour les producteurs de fruits</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>12 millions de dollars de paiements au titre de l'assurance-récolte en raison des dommages causés par la chaleur aux arbres fruitiers</li> <li>L'industrie estime à plus de 17 millions de dollars la perte totale de revenus due aux fruits d'arbres endommagés par la chaleur</li> </ul>
<b>Légumes</b>	Les légumes de plein champ sont principalement produits dans les basses-terres continentales, mais aussi sur l'île de Vancouver et dans l'intérieur méridional de la Colombie-Britannique. La plupart des légumes de serre sont produits dans la vallée du Fraser	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baisse de la production et de la qualité des légumes de plein champ (brocolis, choux-fleurs, etc.) et des légumes cultivés en serre</li> <li>Certaines cultures n'ont pas pu être récoltées dans les serres parce que les conditions de chaleur n'étaient pas sûres pour les travailleurs</li> <li>Augmentation des coûts de l'énergie et de l'irrigation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aucune donnée publiquement disponible</li> </ul>

<sup>28</sup> Sources : B.C.CMB 2021; B.C.TA & B.C.TMB 2021; Lee et Parfitt 2022; White et coll. 2023; Raymond et coll. 2022; Dandekar 2021; Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2021d; Grant et coll. 2019; Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation 2021b; Gouvernement de la Colombie-Britannique 2022b; BC Dairy 2022; BC Fruit Growers Association 2021

## Vulnérabilités du système alimentaire

Nous avons relevé plusieurs vulnérabilités à la chaleur pour les systèmes alimentaires de la province (tableau 11).

Tableau 11

### Vulnérabilités du système alimentaire ayant contribué aux répercussions de la vague de chaleur de 2021

Systèmes physiques	Établissements institutionnels
<ul style="list-style-type: none"><li>• Infrastructures de refroidissement et de réfrigération inadéquates</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lacunes dans les politiques d'assurance-récolte et accessibilité limitée</li><li>• Les politiques coloniales passées et présentes augmentent la vulnérabilité des systèmes alimentaires autochtones</li></ul>

#### L'équipement et les installations ne permettaient pas de maintenir les aliments suffisamment frais

Les infrastructures de refroidissement, de réfrigération et de ventilation des exploitations agricoles n'ont généralement pas été conçues pour fonctionner dans les conditions de la vague de chaleur de 2021; ce qui les rend plus susceptibles de défaillances et d'entraîner des pertes de récoltes et d'animaux d'élevage (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2021b; 2021c). Par exemple, près d'un demi-million de litres de lait ont dû être jetés pendant la vague de chaleur parce que les transformateurs laitiers ont surchauffé et ont suspendu leurs opérations. (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2021b; FOI: AGR-2021-13065).

#### L'assurance-récolte a des limites et n'est pas accessible à de nombreux producteurs

Les régimes d'assurance-récolte présentent des lacunes et des limites dans l'ensemble de la province. L'assurance-récolte couvre les pertes liées aux conditions météorologiques et est partiellement subventionnée par les administrations publiques provinciales et fédérales. Cependant, toutes les cultures ne sont pas admissibles à l'assurance en Colombie-Britannique, comme les légumes cultivés en serre (Comité permanent de l'agriculture et de l'agroalimentaire 2020). Les producteurs de coquillages et de volailles n'ont pas non plus accès aux options d'assurance subventionnées disponibles dans d'autres secteurs (Dandekar 2021; Comité permanent de l'agriculture et de l'agroalimentaire 2020).

Même lorsque l'assurance est disponible, les taux de participation aux programmes varient selon les cultures.

En 2021, 90 % des hectares de cerises en Colombie-Britannique étaient couverts par l'assurance-production, mais seulement 35 % des myrtilles et 40 % des cultures de brocolis, de choux-fleurs et de choux de Bruxelles étaient couverts (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2023). Lorsque des événements climatiques extrêmes se produisent et que les producteurs ne sont pas inscrits à des programmes d'assurance-récolte, ils n'ont que peu d'options pour récupérer leurs pertes.

Les programmes d'assurance-récolte ne répondent pas toujours aux besoins des agriculteurs. L'assurance couvre les baisses d'abondance des récoltes, mais n'indemnise pas toujours les baisses de qualité des récoltes causées par la chaleur (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2021d, 2021e). Par exemple, les producteurs de cerises peuvent faire valoir des pertes de qualité liées à la pluie, à la grêle et au vent, mais pas à une chaleur extrême (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2021e). Cela limite l'applicabilité de l'assurance-récolte aux situations où des baisses importantes de qualité se produisent, rendant les récoltes invendables.

Les producteurs qui n'ont pas accès à l'assurance-récolte peuvent demander à bénéficier de programmes de stabilisation des revenus, tels qu'Agri-stabilité, qui couvrent les baisses importantes des revenus agricoles d'un producteur par rapport aux années précédentes. Cependant, il existe un certain nombre d'obstacles, notamment les processus de demande qui prennent du temps, la capacité limitée des producteurs à rassembler toutes les informations requises, les retards de paiement et les paiements peu élevés (AAC 2022a; Comité permanent de l'agriculture et de l'agroalimentaire 2020; District régional de Peace River



2020; Crawford et coll. 2013). Seule la moitié des producteurs de fruits et légumes y participent et ces obstacles touchent de manière disproportionnée les petites exploitations, les femmes, les jeunes et les agriculteurs autochtones (AAC 2017; AAC 2022a; Crawford et coll. 2013).

Les fonds d'aide en cas de catastrophe que les administrations publiques fédérales et provinciales ont versés aux producteurs après les sécheresses, les incendies de forêt et les inondations n'ont pas été versés après la vague de chaleur (AAC 2021c; Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2021f, 2023d B.C. Fruit Growers Association 2021). Le La Shellfish Growers Association a également demandé au gouvernement fédéral l'accès à des fonds d'assurance ou de secours en cas de catastrophe (Dandekar 2021). À notre connaissance, les conchyliculteurs n'avaient toujours pas reçu d'aide financière en mars 2023.

### Les politiques passées et présentes augmentent la vulnérabilité des systèmes alimentaires autochtones

Les effets de la chaleur extrême sur les aliments de subsistance sont amplifiés par l'héritage des politiques coloniales fédérales et provinciales et leurs effets qui perdurent aujourd'hui. Les politiques mises en œuvre par le gouvernement canadien, notamment les pensionnats, la rafle des années 60 et la création des systèmes de réserves, ont influé sur les relations entre les populations autochtones et leurs territoires et ont entraîné une diminution de l'accès à la nourriture et à la médecine traditionnelles, un accès limité aux terres et

un vol d'agentivité (Wale 2022; Gifford et coll. 2022; Turner et coll. 2009). Cette situation a eu des répercussions sur le lieu et la manière dont les populations autochtones ont accès à la nourriture, contribuant ainsi à l'insécurité alimentaire (Harper et coll. 2022; Conseil des académies canadiennes 2022). Cet héritage a également influencé la confiance des collectivités autochtones dans les services d'urgence gouvernementaux pendant la vague de chaleur (Yumagulova et coll. 2022). Le manque d'autonomie accordé par les politiques coloniales actuelles pour gouverner et prendre des décisions concernant leurs propres terres et territoires est également un obstacle à la réussite des efforts d'adaptation aux changements climatiques par les collectivités autochtones, y compris à la chaleur extrême (Gifford et coll. 2022).

### Répercussions et coûts futurs

Nous n'avons pas projeté les répercussions futures sur le système alimentaire parce qu'il n'y avait pas de relations quantitatives claires entre l'exposition à la chaleur et les rendements que nous pouvions utiliser pour modéliser les répercussions sur bon nombre des cultures de grande valeur cultivées en Colombie-Britannique ni les répercussions sur le poisson et l'aquaculture. Cependant, les données existantes suggèrent que les effets des chaleurs extrêmes augmenteront à l'avenir. Par exemple, les vallées intérieures productives sur le plan agricole et le plateau central de la province devraient connaître plus de 15 jours de températures supérieures à 32 °C d'ici le milieu du siècle (Ministère de l'Environnement et de la Stratégie contre



Les personnes qui chassent, pêchent et récoltent des aliments traditionnels peuvent avoir subi des répercussions supplémentaires et des pénuries alimentaires à court terme pendant la vague de chaleur de 2021, contribuant probablement à l'insécurité alimentaire pour les collectivités autochtones qui dépendent d'aliments traditionnels pour leur subsistance.

les changements climatiques de C.-B. 2019). Les plantes soumises à un stress thermique, y compris les arbres fruitiers et les myrtilles, produisent des fruits de moindre qualité au-dessus de 30 °C et de nombreux arbres fruitiers ne poussent plus au-dessus de 35 °C (BC Fruit Growers' Association 2018; Lobos et coll. 2015). Le stress thermique sur les animaux d'élevage devrait également augmenter et l'abondance des coquillages en Colombie-Britannique devrait diminuer en raison du réchauffement des températures (Thornton et coll. 2021; Marushka et coll. 2019).

## Interventions d'adaptation du système alimentaire

Nous prévoyons plusieurs interventions d'adaptation clés pour améliorer la résilience des systèmes alimentaires de la Colombie-Britannique. Contrairement à l'analyse des autres domaines de répercussions, nous ne quantifions pas les avantages de ces mesures d'adaptation. Nous nous appuyons en revanche sur la recherche et l'expérience d'autres instances pour relever les mesures d'adaptation susceptibles d'être efficaces pour lutter contre les obstacles et les vulnérabilités décrits ci-dessus. Il ne s'agit pas d'une liste complète de mesures d'adaptation alimentaire, mais plutôt d'illustrations tirées d'études et d'autres instances.

### La diversification des cultures peut amortir les pertes financières

L'augmentation de la diversité des cultures, y compris des variétés plus tolérantes à la chaleur, peut renforcer la résilience du secteur agricole face aux chaleurs extrêmes. En effet, les exploitations agricoles et les industries ayant des cultures diversifiées disposent de plus d'options si une variété de cultures échoue en raison d'un stress lié à la chaleur, et les rotations de cultures diversifiées produisent des rendements plus stables lors d'épisodes de chaleur extrême (Conseil des académies canadiennes 2022; Comité permanent de l'agriculture et de l'agroalimentaire 2018; Gaudin et coll. 2015). Les personnes interrogées au sein du ministère de l'Agriculture de la Colombie-Britannique ont souligné que l'existence de variétés de cultures plus diversifiées dans la province aurait pu réduire les dommages causés par la vague de chaleur de 2021; les producteurs de la province expérimentent déjà différentes cultures, afin de réduire les risques liés au climat (Initiative d'action climatique pour l'agriculture et l'alimentation de la C.-B. 2020). Cependant, les coûts d'équipement et de changement

de culture ainsi que les économies d'échelle sont souvent des obstacles à la diversification, en particulier pour les arbres qui mettent des années à donner des fruits (Wong et coll. 2021; Initiative d'action climatique pour l'agriculture et l'alimentation de la C.-B. 2014). Des programmes de financement visant à encourager les pratiques agricoles résistantes au climat, y compris la diversification, peuvent aider les agriculteurs à s'adapter aux futures chaleurs extrêmes (Laforge et coll. 2021; Thiessen Martens 2015; Abson 2013).

### L'amélioration de l'accès à l'assurance pourrait atténuer les conséquences financières pour les agriculteurs

Les régimes d'assurance peuvent réduire les pertes financières liées aux chaleurs extrêmes, mais pour être efficaces, ils doivent être adaptés aux besoins et aux capacités des agriculteurs. L'admissibilité à l'assurance-récolte pourrait, par exemple, être étendue à un plus grand nombre de cultures et d'animaux d'élevage, ainsi qu'aux dommages liés à la chaleur, aux types d'exploitations et à leur taille (Comité permanent de l'agriculture et de l'agroalimentaire 2020). Dans le cas de l'aquaculture, les personnes interrogées du ministère de l'Eau, des Terres et de la Gestion des ressources de C.-B. ont convenu que des programmes d'assurance similaires à ceux qui existent pour d'autres cultures seraient bénéfiques pour les exploitations conchylicoles. L'assurance aquacole s'est également révélée, dans d'autres pays, un mécanisme efficace pour aider les petits producteurs à se remettre des pertes subies à grande échelle (FAO 2022). Les programmes d'assurance seront également plus efficaces si les agriculteurs disposent des informations nécessaires sur les effets des chaleurs extrêmes sur l'agriculture et s'ils connaissent les programmes disponibles pour les aider à prendre des décisions éclairées en matière de gestion des risques (Comité permanent de l'agriculture et de l'agroalimentaire 2020; OCDE 2020).

### Des infrastructures de refroidissement et d'irrigation conçues pour les chaleurs extrêmes peuvent réduire les impacts et les coûts

L'amélioration de l'infrastructure des systèmes de refroidissement, comme les pompes à chaleur ou les ventilateurs transversaux dans les bâtiments d'élevage, peut contribuer à atténuer le stress thermique pendant les vagues de chaleur en réduisant les températures internes à des niveaux sûrs pour les animaux (Ministère de l'Agriculture et de l'Al-



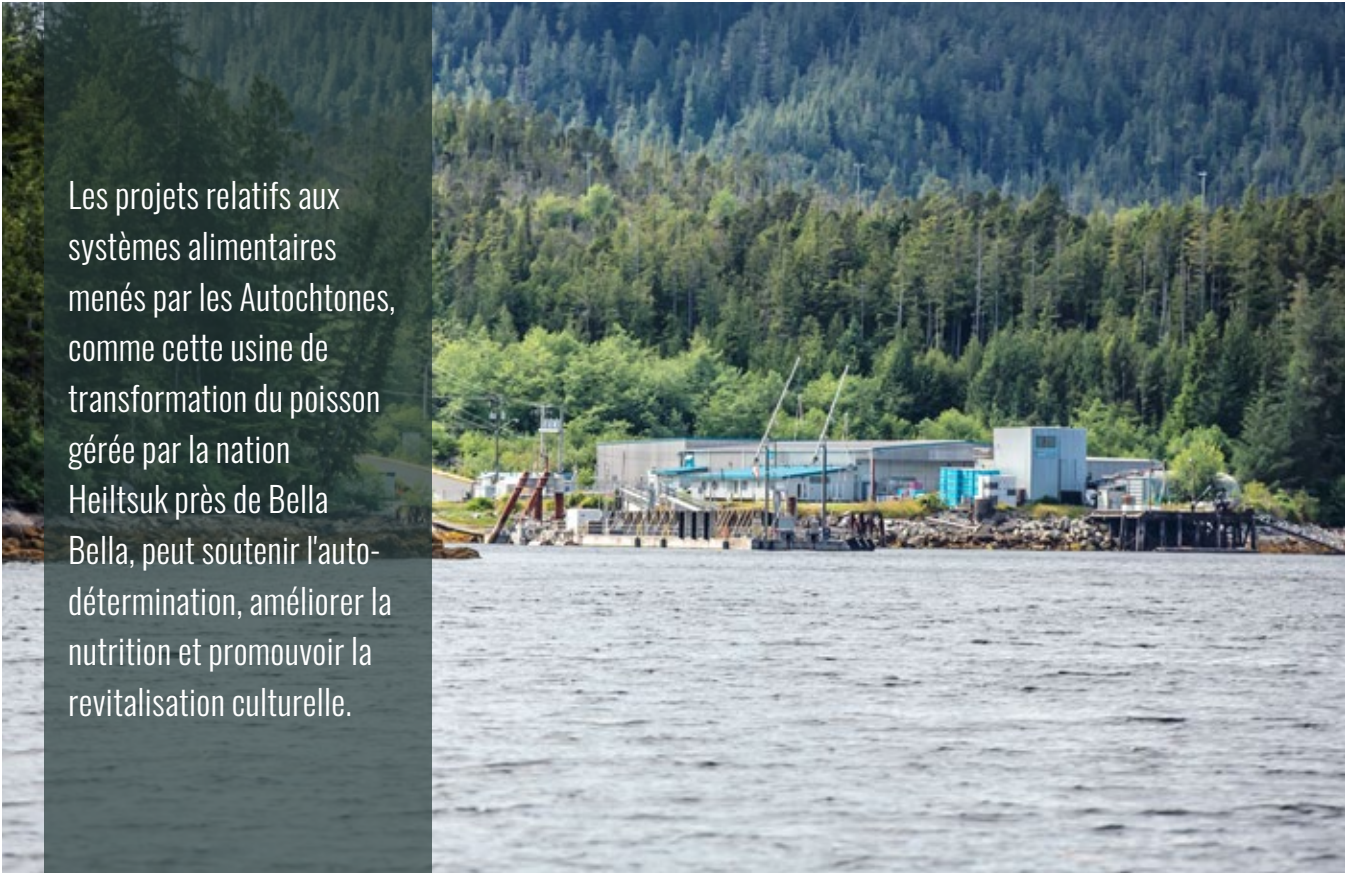
imentation de C.-B. 2023b). De même, l'amélioration des infrastructures d'arrosage (p. ex., les systèmes d'arrosage dans les serres), une plus grande couverture d'ombre par les arbres et des brumisateurs extérieurs peuvent contribuer à maintenir des températures sûres pour les cultures et les animaux et à réduire les pertes (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. 2023b; USDA 2016).

### La lutte contre les vulnérabilités systémiques et l'amélioration de la souveraineté alimentaire pourraient réduire les répercussions

Les projets de souveraineté alimentaire et de revitalisation des systèmes alimentaires menés par les Autochtones peuvent aider les collectivités autochtones à s'adapter aux épisodes de chaleur extrême. Les rapports et les consultations avec les collectivités autochtones menés par Agriculture et Agroalimentaire Canada soulignent la nécessité de renforcer les efforts de souveraineté alimentaire pour relever les défis de la sécurité alimentaire, y compris ceux exacerbés par les changements climatiques (Harper et coll. 2022; AAC 2021a). Les projets relatifs aux systèmes alimentaires menés par les Autochtones peuvent soutenir

les efforts d'autodétermination, remédier aux carences alimentaires dans les zones rurales et isolées et promouvoir la revitalisation culturelle (Harper et coll. 2022; AAC 2021a). Ces projets peuvent également réduire la dépendance à l'égard des sources de nourriture extérieures à la collectivité en cas d'événement météorologique extrême (AAC 2021a).

Deux exemples de projets de souveraineté alimentaire autochtone sont la ferme Tea Creek située sur le territoire Gitksan et le projet Granny Gardens sur le territoire Haítzaqv. La ferme Tea Creek offre une formation professionnelle aux Autochtones, tout en cultivant et en entretenant de manière proactive des cultures vivrières qui sont distribuées à la collectivité environnante (Fawcett-Atkinson 2020). De même, le programme Granny Gardens coordonne la livraison de semences et de terre aux membres de la collectivité qui souhaitent cultiver leur propre nourriture (Auger 2020). En outre, le soutien au développement de l'aquaculture, y compris la formation et l'infrastructure, permettrait aux collectivités autochtones de rétablir leurs pratiques traditionnelles (p. ex., la culture des palourdes) et de participer à l'industrie de l'aquaculture (First Nations Fisheries Council 2016).



Les projets relatifs aux systèmes alimentaires menés par les Autochtones, comme cette usine de transformation du poisson gérée par la nation Heiltsuk près de Bella Bella, peut soutenir l'autodétermination, améliorer la nutrition et promouvoir la revitalisation culturelle.



Don Glasgow, à gauche, et Tricia Thorpe, dont la maison a été détruite par un incendie de forêt en 2021, se tiennent devant leur nouvelle maison au nord de Lytton, en Colombie-Britannique, le mercredi 15 juin 2022. LA PRESSE CANADIENNE/Darryl Dyck



# 7 CONSTATATIONS ET RECOMMANDATIONS

**Le présent rapport étudie et évalue un grand nombre de répercussions humaines et économiques de la vague de chaleur de 2021 en Colombie-Britannique, ainsi que les futures répercussions potentielles de la chaleur dues aux changements climatiques.**

Le présent rapport étudie et évalue un grand nombre de répercussions humaines et économiques de la vague de chaleur de 2021 en Colombie-Britannique, ainsi que les futures répercussions potentielles de la chaleur dues aux changements climatiques. Toutefois, notre objectif n'est pas simplement d'exposer les problèmes passés, mais plutôt de déterminer une voie à suivre pour qu'une catastrophe comparable à la vague de chaleur de 2021 ne se reproduise

jamais. Depuis la vague de chaleur, divers ministères et organismes gouvernementaux de la Colombie-Britannique ont pris des mesures importantes pour mieux gérer les chaleurs extrêmes et s'y adapter (tableau 12). Que peut retenir la Colombie-Britannique (et les autres provinces et territoires) de ce rapport? Et surtout, que peuvent faire les administrations publiques pour réduire ces répercussions à l'avenir?

Tableau 12

## Mesures prises par des organismes provinciaux pour lutter contre la chaleur extrême depuis 2021

Les mesures comprennent l'amélioration de la planification, l'augmentation des investissements et des changements de politique

Type d'initiative	Mesures particulières <sup>29</sup>	Ministère/organisme principal
Création du comité de coordination de la Colombie-Britannique sur les effets des températures anormales sur la santé (HEAT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Création du Système d'alerte et de réponse à la chaleur de la Colombie-Britannique (HARS) pour veiller à ce que la population, les collectivités de Premières nations et les administrations locales disposent des outils nécessaires pour demeurer en sécurité pendant des vagues de chaleur (mai 2022)</li> <li>Redéfinition et établissement de critères pour les alertes à la chaleur et les situations d'urgence liées à la chaleur extrême, et rationalisation des processus d'activation</li> <li>Actions recommandées, langage normalisé et messages clés à utiliser pour se préparer aux épisodes de chaleur extrême et pendant ceux-ci</li> <li>Mise en place de protocoles supplémentaires en cas d'urgence liée à la chaleur extrême, y compris l'émission d'alertes publiques d'urgence</li> </ul>	Le comité BC HEAT est dirigé par le Centre de contrôle des maladies de la C.-B., le ministère de la Santé et Gestion des urgences sanitaires de la Colombie-Britannique

<sup>29</sup> Les stratégies, plans et objectifs qui n'ont pas encore donné lieu à des actions matérielles ne sont pas inclus dans ce tableau.

Type d'initiative	Mesures particulières <sup>29</sup>	Ministère/organisme principal
Lignes directrices et outils de communication	<ul style="list-style-type: none"> <li>Publication d'un guide de planification pour les ministères et organismes de la province sur la façon dont le gouvernement de la Colombie-Britannique dirigera et coordonnera les activités en réponse à un événement de chaleur extrême basé sur le HARS de la province (mai 2022)</li> <li>Publication d'un Guide de préparation aux chaleurs extrêmes à l'intention des particuliers et des collectivités sur la manière de demeurer en sécurité lors d'épisodes de chaleur extrême (juin 2022)</li> <li>Élaboration d'outils de communication pour les autorités sanitaires et de conseils pour les prestataires de soins de santé sur les maladies liées à la chaleur</li> <li>Codéveloppement de ressources de sensibilisation aux chaleurs extrêmes pour les populations autochtones</li> </ul>	Ministère de la Santé de Colombie-Britannique, Ministère de la Gestion des urgences et de la Préparation aux changements climatiques, Prepared-BC, Centre de contrôle des maladies de la C.-B., autorités sanitaires
Normes et incitations en matière d'infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> <li>Établissement d'un cadre de résilience climatique et de normes relatives à la chaleur pour les bâtiments du secteur public (2023)</li> <li>Modifications proposées du code du bâtiment de C.B. qui établiraient des exigences de conception en matière de température pour un seul espace de vie au sein de nouvelles unités de logement devant pouvoir être respectées par des mesures de refroidissement actives et/ou passives, en fonction de données climatiques historiques (2023)</li> <li>Financement de la modernisation des infrastructures et des équipements pour s'adapter aux chaleurs extrêmes dans les exploitations d'élevage et d'horticulture par le biais d'un projet pilote Programme de préparation aux conditions météorologiques extrêmes pour l'agriculture (automne 2022)</li> <li>Financement de programmes d'incitation à la rénovation des systèmes de refroidissement, tels que le Better Homes and Home Renovation Rebate Program (programme de remise sur les rénovations)</li> </ul>	Secrétariat de l'action climatique de la C.-B., Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B., Ministère de l'Énergie, des Mines et de l'Innovation en matière de faibles émissions de carbone de C.-B. Ministère du Logement de C.-B.
Services de santé d'urgence	<ul style="list-style-type: none"> <li>Création d'un nouveau Plan de sécurité clinique pour répondre à la pression sur le système ambulancier de la Colombie-Britannique et aux besoins des patients pendant les épisodes de chaleur extrême, notamment en augmentant la capacité et en modifiant les protocoles de triage (juin 2022)</li> <li>Financement supplémentaire aux services de santé d'urgence de la Colombie-Britannique, afin d'augmenter le nombre d'ambulanciers paramédicaux et de répartiteurs, pour accroître le taux d'ambulanciers sur appel, ainsi que le nombre de nouvelles ambulances terrestres et aériennes</li> <li>Transition amorcée des ambulanciers, passant d'un effectif sur appel à un effectif plus régularisé, tant à temps plein qu'à temps partiel</li> <li>Nouvelles unités de faible acuité pour transporter aux centres de soins de santé les patients n'étant pas dans une situation</li> </ul>	Groupe consultatif du projet relatif à la vague de chaleur de Colombie-Britannique
Assurance-récolte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Élargissement des critères relatifs aux dommages liés à la chaleur pour l'obtention de l'assurance-récolte (été 2021)</li> </ul>	Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de Colombie-Britannique
Préparation et gestion des situations d'urgence	<ul style="list-style-type: none"> <li>Notamment le financement de la cartographie, de l'évaluation et de la planification des risques liés à la chaleur extrême, auquel les Premières nations et les administrations locales peuvent accéder par l'intermédiaire du Fonds communautaire de préparation aux urgences (juin 2022)</li> <li>Faciliter l'accès aux fonds d'intervention d'urgence en cas d'alerte à la chaleur et d'urgence liée à la chaleur extrême</li> </ul>	Ministère de la Gestion des urgences et de la Préparation aux changements climatiques de Colombie-Britannique
Mobilisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Élaboration d'un plan de mobilisation pour les partenaires et le public sur les activités liées à la chaleur extrême et les aides apportées à ce jour</li> <li>Collaboration avec les partenaires fédéraux et d'autres ministères afin de partager les enseignements et d'harmoniser les connaissances et les informations</li> <li>Engagement auprès de collectivités en quête d'équité pour mieux comprendre les diverses expériences vécues lors de la vague de chaleur et la manière dont ces groupes peuvent être mieux soutenus (avril 2022)</li> <li>Consultation des autorités locales, du secteur des assurances et de l'immobilier, des ONG, des services publics et des organismes de réglementation, ainsi que des propriétaires de bâtiments sur la modification des codes de construction en réponse aux chaleurs extrêmes (automne 2021)</li> </ul>	Secrétariat de l'action climatique de la C.-B., Ministère du Logement de C.-B.
Logement public	<ul style="list-style-type: none"> <li>Achat et distribution de climatiseurs et de ventilateurs</li> <li>Élaboration de plans d'adaptation à la chaleur pour les nouveaux bâtiments, ainsi que pour la rénovation et l'amélioration de bâtiments existants</li> </ul>	BC Housing
Soins de longue durée	<ul style="list-style-type: none"> <li>Financement de systèmes de CVCA nouveaux ou mis à niveau dans des établissements de soins de longue durée dans le cadre du Safe Long-Term Care Fund (fonds pour des soins de longue durée sans risque)</li> </ul>	Gouvernement du Canada

## Résultats

Notre évaluation de la vague de chaleur de 2021 montre que ses effets ont été considérables. La répercussion directe la plus grave, en termes humains et économiques, a été la mort prématurée de centaines de personnes. Les systèmes alimentaires, les travailleurs, le réseau électrique et les infrastructures de transport ont également été fortement touchés. Même si les effets sur la santé humaine et le système de santé ont été de loin les plus importants, les effets dans d'autres domaines mettent en évidence des vulnérabilités importantes qui pourraient avoir des conséquences considérables lors de futures vagues de chaleur.

Notre modélisation suggère qu'en l'absence de mesures d'adaptation, ces répercussions se reproduiront et s'aggraveront dans le climat futur de la Colombie-Britannique, même si les émissions mondiales de gaz à effet de serre sont réduites. Les conclusions générales de notre travail peuvent être résumées comme suit :

- 1. La vague de chaleur de 2021 a été l'une des catastrophes les plus coûteuses de l'histoire de la Colombie-Britannique si l'on tient compte des vies perdues.** Les conséquences les plus graves de la vague de chaleur de 2021 ont été associées à la mort de centaines de personnes. Nous estimons qu'éviter ces décès représente une valeur économique de 5,5 milliards de dollars en se fondant sur la valeur de la vie statistique (voir l'encadré 3). Nous avons également constaté que les coûts des soins de santé attribués à la vague de chaleur s'élevaient à 12 millions de dollars. La valeur des vies perdues et des décès prématurés n'est souvent pas prise en compte de manière adéquate lors de l'évaluation des coûts et des avantages des options politiques et des investissements en mesures d'adaptation. Notre analyse montre que le retour sur investissement des mesures d'adaptation, telles que l'amélioration de l'accès au refroidissement mécanique et l'écologisation des villes, est substantiel si l'on tient compte de la valeur de la vie humaine.
- 2. La généralisation du refroidissement mécanique dans les habitations et les bâtiments, ainsi que l'aménagement urbain, peuvent sauver des centaines de vies lors de futurs épisodes de chaleur extrême et réduire les coûts des soins de santé.** La grande majorité des personnes décédées lors de la vague de chaleur de 2021 ont été exposées à des températures extrêmes dans des habitations dépourvues de système de refroidissement mécanique fonctionnel. En outre, les zones présentant de nombreuses surfaces en asphalte et en béton et un manque de couverture arborée (souvent dans des quartiers socialement et matériellement défavorisés) ont enregistré certaines des températures extérieures et intérieures les plus élevées. L'augmentation du refroidissement mécanique dans les maisons et les bâtiments résidentiels, ainsi que les efforts d'écologisation des villes, peuvent réduire considérablement les décès liés à la chaleur et offrir un retour sur investissement substantiel. Ces mesures peuvent également réduire les risques pour les personnes les plus vulnérables aux chaleurs extrêmes, notamment les personnes âgées et celles souffrant de maladies chroniques, de certaines maladies mentales et gagnant de faibles revenus.
- 3. Les infrastructures essentielles, en particulier les infrastructures électriques et les établissements de santé, ont été poussées à leur limite, mettant en évidence le potentiel de pannes futures.** Pendant la vague de chaleur, un certain nombre d'hôpitaux ont atteint des températures dangereuses et ont connu des pannes d'équipement essentiel. De plus, même si des pannes d'électricité étendues n'ont pas eu lieu, les pannes électriques locales liées à la chaleur suggèrent un potentiel de perturbations majeures du réseau lors de futures vagues de chaleur. Non seulement cela



aura des conséquences économiques sur les services publics et les entreprises, mais cela risque également de priver les climatiseurs, les pompes à chaleur, les refroidisseurs et les ventilateurs de l'énergie nécessaire pour fonctionner lorsque les gens en auront le plus besoin.

- 4. Les effets de la vague de chaleur de 2021 sur l'économie de la Colombie-Britannique ont été étendus, mais moins graves globalement que ceux d'autres catastrophes; ce qui met en évidence les possibilités de renforcer de manière proactive la résilience face à un futur climat plus chaud.** La vague de chaleur a touché la production agricole, a mis les travailleurs en danger et a réduit la productivité économique dans de nombreux secteurs. Les producteurs agricoles ont en outre perdu à eux seuls au moins 25 millions de dollars de revenus en raison de la baisse de la production. Sans être catastrophiques, ces répercussions sont considérables et soulignent l'importance de protéger les travailleurs de toutes les industries et, en particulier, de préparer le secteur agricole de la Colombie-Britannique à des chaleurs extrêmes plus fréquentes.
- 5. Les lacunes institutionnelles et politiques ont entravé la réponse de la Colombie-Britannique à la vague de chaleur. Les institutions et les politiques de la Colombie-Britannique ne se sont pas adaptées à l'évolution du climat et n'ont pas été conçues pour répondre efficacement à une vague de chaleur aussi longue, grave et étendue que celle de juin 2021.** En conséquence, les communications et la prise de décision n'ont pas permis d'agir rapidement, de déployer des ressources et de résoudre les goulots d'étranglement. Ces défis systémiques ont exacerbé les contraintes en matière de capacité et ont limité la possibilité des agences et des acteurs individuels de réagir efficacement. Les conséquences et les coûts n'étaient pas le résultat d'une décision ou d'un problème unique, mais d'une cascade de problèmes institutionnels, notamment un manque de commandement dans la gestion des incidents, des problèmes de communication, une préparation insuffisante du système de santé et des lacunes dans les connaissances relatives aux effets de la chaleur sur la santé et le bien-être des personnes. Depuis 2021, les gouvernements de toute la Colombie-Britannique ont pris des mesures importantes pour se préparer aux vagues de chaleur, mais d'autres mesures d'adaptation sont essentielles pour mieux protéger les personnes, les collectivités et l'économie.
- 6. L'approche actuelle de la Colombie-Britannique pour examiner et comprendre les catastrophes telles que la vague de chaleur de 2021 n'est pas optimisée pour soutenir les apprentissages politiques et la gestion adaptative.** Même si les ministères, les administrations municipales et les autorités sanitaires ont examiné en interne les événements de la vague de chaleur de 2021 et formulé des recommandations internes de changement de politique, la nature relativement cloisonnée de ces examens crée des inefficacités et nuit à la capacité du gouvernement de la Colombie-Britannique et des autres acteurs concernés de cerner les problèmes systémiques et les solutions correspondantes. Les informations relatives aux répercussions des vagues de chaleur et à la réponse apportée n'ont en outre pas toujours été facilement accessibles et toutes les analyses n'ont pas été rendues publiques; ce qui a empêché les autres parties prenantes de tirer des enseignements pertinents. Pour soutenir la gestion adaptative dans l'ensemble de la province et du pays, toutes les informations pertinentes doivent être largement partagées. La combinaison des études existantes et du présent rapport permet de comprendre raisonnablement les événements de la vague de chaleur de 2021, les raisons pour lesquelles elle est devenue une catastrophe et les changements de politique qui peuvent améliorer les résultats lors de futures vagues de chaleur. Toutefois, le processus d'examen devrait être amélioré, afin de jeter les bases d'un apprentissage des politiques visant à prévenir les catastrophes futures.

## Recommandations

Notre analyse montre que les épisodes de chaleur extrême seront plus fréquents en Colombie-Britannique à mesure que les changements climatiques continueront de s'aggraver. Sans mesures d'adaptation, davantage de personnes souffriront et mourront de maladies liées à la chaleur et le système de santé de la Colombie-Britannique sera mis à rude épreuve. Cette situation expose tous les habitants de la Colombie-Britannique à un risque accru; pas seulement les personnes particulièrement vulnérables à la chaleur. En outre, les coûts pour les gouvernements, les entreprises et les contribuables augmenteront, qu'il s'agisse des interventions d'urgence, des dommages causés aux infrastructures ou de la perte de production économique.

Toutefois, la Colombie-Britannique n'est pas condamnée à un avenir de catastrophes thermiques. Notre analyse montre que des interventions clés en matière d'adaptation (y compris des changements de politiques et de procédures) peuvent réduire de manière significative les coûts humains et économiques des chaleurs extrêmes. Bon nombre des interventions qui peuvent éventuellement offrir le meilleur retour sur investissement consistent à modifier la manière dont les administrations et les institutions publiques réagissent aux catastrophes, par exemple en améliorant l'exécution des plans d'intervention en cas de pertes massives et des systèmes de commandement en cas d'incident. D'autres mesures d'adaptation visant à préparer les bâtiments, les infrastructures et les lieux de travail peuvent également réduire considérablement les conséquences des chaleurs extrêmes. Ni l'un ni l'autre ne seront faciles à mettre en œuvre : le premier exige de modifier des habitudes profondément ancrées et le second peut entraîner des investissements importants. Toutefois, ces investissements sont plus que rentables si l'on tient compte de la valeur des nombreuses vies perdues. Le rapport sur investissement du refroidissement mécanique se situe, par exemple, entre 6,90 \$ et 4,60 \$ pour chaque dollar investi.

Depuis la vague de chaleur de 2021, plusieurs ministères et organismes gouvernementaux de la Colombie-Britannique ont apporté des changements importants à la manière dont les catastrophes seront gérées à l'avenir. Il s'agit notamment de commencer à donner suite à certaines des recommandations du Bureau des coroners de la Colombie-Britannique (tableau 12). Le gouvernement de la Colombie-Britannique a pris des mesures importantes pour améliorer les interventions d'urgence en cas de vagues de chaleur et la sensibilisation du public, mais de nombreuses vulnérabilités que nous avons relevées n'ont pas été entièrement résolues. Les travaux de l'Institut montrent qu'il reste encore beaucoup à faire pour protéger la santé des personnes et réduire les conséquences économiques des futurs épisodes de chaleur extrême.

Les recommandations suivantes portent sur ce que les différents niveaux de gouvernement en Colombie-Britannique et dans l'ensemble du Canada peuvent faire pour réduire les répercussions et les coûts des futurs épisodes de chaleur extrême. Même si nos recommandations s'adressent principalement au gouvernement de la Colombie-Britannique, les leçons tirées sont pertinentes pour les collectivités et les administrations publiques de l'ensemble du Canada.

### **1. Le gouvernement de la Colombie-Britannique et toutes les autorités sanitaires devraient explicitement prendre en compte les coûts humains et financiers des maladies et des décès liés à la chaleur dans les analyses coûts-avantages des politiques.**

Les épisodes de chaleur extrême sont la forme la plus meurtrière des catastrophes liées au climat, mais ils sont souvent considérés comme moins prioritaires par les administrations publiques lorsqu'elles envisagent des investissements d'adaptation, car ils n'ont pas les mêmes coûts tangibles que d'autres événements liés au climat (p. ex., les inondations et les incendies de forêt). Pour connaître les coûts réels des épisodes de chaleur extrême lors de l'évaluation des options politiques, le gouvernement devrait veiller à ce que les analyses coûts-avantages incluent les coûts humains des maladies et des décès prématurés, en utilisant des mesures telles que la valeur de la vie statistique (voir l'encadré 3, page 29 ). Même si cette mesure est moins tangible que les coûts financiers directs

associés à d'autres catastrophes liées au climat, elle représente l'investissement gouvernemental que le public soutiendrait s'il permettait de réduire le risque de décès. Cela fournit un contexte important pour la prise de décision gouvernementale : si le public soutient un investissement gouvernemental substantiel permettant d'éviter les décès prématurés, une plus grande priorité pourrait être accordée à l'adaptation aux chaleurs extrêmes et à la capacité de réponse des systèmes d'urgence et de santé à ces événements.

- 2. Les administrations publiques de tous ordres devraient de toute urgence donner la priorité au déploiement ciblé d'outils, tels que le refroidissement mécanique et la végétalisation des villes, pour aider à maintenir des températures intérieures sûres et à protéger des vies.** Pour accroître l'utilisation du refroidissement mécanique, les administrations publiques devraient utiliser des outils tels que les mises à jour du code de la construction, les normes et la législation afin de rendre les maisons et les bâtiments sûrs pour les occupants pendant les épisodes de chaleur extrême. Pour répondre aux questions d'équité et garantir la protection des personnes les plus vulnérables à la chaleur extrême, ces outils devraient s'appliquer aux bâtiments existants et aux nouveaux bâtiments, et les politiques devraient explicitement encourager l'adoption de ces outils pour les logements locatifs. En outre, le gouvernement de la Colombie-Britannique devrait utiliser des mécanismes tels que les lettres de mandat des autorités sanitaires, les licences et les réglementations pour s'assurer que tous les hôpitaux, les établissements correctionnels et les établissements de santé mentale ne dépassent pas les limites de sécurité en matière de température. Les autorités municipales devraient avoir recours à des mécanismes tels que les permis de construire, le zonage et les baux fonciers pour favoriser l'adoption de toitures réfléchissantes et de toits verts, et investir dans la plantation d'arbres et l'amélioration du couvert forestier urbain.
- 3. Le gouvernement de la Colombie-Britannique devrait intégrer les risques liés à la chaleur dans la prise de décision concernant les infrastructures essentielles et tenir compte des risques aggravés.** Le gouvernement devrait donner la priorité aux investissements d'adaptation qui protègent les infrastructures essentielles contre les perturbations causées par les chaleurs extrêmes, comme la construction de systèmes électriques résistant à l'augmentation rapide de la demande et à un risque plus élevé de perturbations de la transmission, et l'incorporation de matériaux routiers résistants au climat pour réduire l'orniérage induit par la chaleur. Le gouvernement devrait également mettre à jour les processus de gestion des risques et la capacité de service des fournisseurs d'infrastructures essentielles (tels que BC Hydro et les hôpitaux), afin de garantir la continuité des services lorsqu'ils sont le plus nécessaires. L'augmentation de la capacité de service réduirait les risques directs pour l'infrastructure et limiterait les répercussions potentielles, telles que les pannes d'électricité empêchant l'utilisation du refroidissement mécanique lors d'événements de chaleur extrême.
- 4. Le gouvernement de la Colombie-Britannique et les organismes provinciaux devraient fournir aux entreprises et aux employeurs les outils et les informations dont ils ont besoin pour se protéger et protéger leurs employés contre les chaleurs extrêmes.** Le gouvernement devrait mettre à jour les normes professionnelles afin de tenir compte des chaleurs extrêmes, tout en veillant à ce qu'il y ait une capacité adéquate pour faire respecter ces normes. Outre la mise à jour de ces normes, le gouvernement de la Colombie-Britannique et WorkSafeBC devraient fournir des conseils opportuns à toutes les industries (en particulier aux



secteurs de l'agriculture, de la construction et de l'hôtellerie) en matière de sécurité en cas de chaleur extrême, en vue de réduire au minimum les perturbations en milieu de travail et les préjudices subis par les travailleurs. L'un des outils à développer et à mettre en œuvre est le décalage des heures de travail permettant d'éviter les périodes les plus chaudes de la journée.

**5. Les gouvernements et les organismes publics devraient continuer à combler les lacunes en matière de réaction aux catastrophes et à renforcer leurs capacités, afin de réduire au minimum les conséquences des chaleurs extrêmes sur la population et l'économie.**

Le gouvernement de la Colombie-Britannique devrait collaborer avec le Service météorologique du Canada pour accroître les investissements dans les réseaux de surveillance météorologique et diffuser des avertissements de chaleur précis trois jours à l'avance. Le gouvernement de la Colombie-Britannique et les autorités sanitaires devraient également créer un ensemble de normes claires (comme un plan provincial en cas de grand nombre de victimes) à l'intention du personnel de santé, des premiers répondants et des responsables des urgences, afin de guider l'activation du triage des patients et de l'allocation des ressources si les demandes médicales d'urgence dépassent la capacité d'accueil. Les autorités sanitaires doivent veiller à ce que tous les hôpitaux régionaux et les centres de traumatologie soient préparés à gérer des afflux élevés de patients. Le gouvernement de la Colombie-Britannique, les autorités sanitaires et les municipalités devraient de plus en plus s'entraîner et planifier en vue de catastrophes multiples, y compris des combinaisons de catastrophes liées ou non au climat, telles que des tremblements de terre et des vagues de chaleur. Le ministre de la Gestion des urgences et de la Préparation aux changements climatiques devrait être chargé de coordonner son action avec celle du ministre de la Santé, du ministre de la Sécurité publique et du Solliciteur général, afin de combler de manière proactive les lacunes institutionnelles et politiques qui limitent actuellement la capacité de la Colombie-Britannique à réagir efficacement en cas de catastrophe.

**6. L'Emergency Program Act modernisée devrait prévoir des examens indépendants et publics des interventions en cas de catastrophes et de la planification après les catastrophes majeures, afin de renforcer la responsabilité et de soutenir la gestion adaptative.**

L'examen devrait être automatiquement déclenché sur la base de seuils clairs, tels que le nombre de décès, de déplacements ou de pertes financières, et devrait donner à un organisme indépendant le pouvoir d'accéder aux dossiers gouvernementaux et de mener des entretiens confidentiels, afin que les forces et les faiblesses des réponses aux catastrophes soient évaluées de manière approfondie. Les catastrophes sont un indicateur de l'existence de vulnérabilités systémiques importantes, mais elles permettent également de déterminer l'efficacité des investissements réalisés jusqu'à présent en matière de résilience et d'adaptation aux catastrophes et de repérer les lacunes qui nécessitent des mesures supplémentaires. Un examen indépendant est un élément essentiel d'un processus d'apprentissage transparent et complet, qui jette les bases d'une gestion adaptative visant à réduire les vulnérabilités. Un tel processus d'examen serait conforme aux principes du Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe de l'ONU, que le gouvernement de la Colombie-Britannique s'est engagé à respecter, et inclut l'importance de comprendre pourquoi les catastrophes se produisent.

# GLOSSAIRE

**Adaptation :** Façon dont les systèmes humains et naturels s'adaptent pour réduire les effets néfastes des changements liés au climat.

**Basses-terres continentales :** Région située dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique, de Horseshoe Bay à Hope, et abritant 60 % de la population de la province. Même si les basses-terres continentales ne sont pas légalement définies, elles chevauchent le Grand Vancouver et le district régional de la vallée du Fraser.

**Catastrophe :** Altérations graves du fonctionnement normal d'une collectivité ou d'une société en raison d'événements physiques dangereux de pair avec des conditions de vulnérabilité sociale, entraînant des effets humains, matériels, économiques ou environnementaux négatifs généralisés qui nécessitent des mesures d'urgence immédiates pour satisfaire les besoins critiques et peuvent nécessiter un soutien extérieur pour le rétablissement. Le risque de catastrophe est la probabilité qu'une catastrophe se produise au cours d'une période donnée.

**Chaleur extrême :** La définition varie en fonction de la situation géographique et des conditions météorologiques, telles que la température, l'humidité, la couverture nuageuse et la durée de l'événement; on parle de chaleur extrême lorsque les températures sont beaucoup plus élevées que la moyenne pour un moment et un lieu donnés.

**Changements climatiques :** Changements dans le climat de la Terre, principalement causés par la combustion de combustibles fossiles, qui ajoutent des gaz retenant la chaleur dans l'atmosphère terrestre. Ils se manifestent par un réchauffement climatique de la planète, mais aussi par une élévation du niveau de la mer, la fonte de champs de neige et de glace jusqu'alors permanents et des conditions météorologiques plus extrêmes.

**Climat :** Climat moyen d'un lieu sur une longue période, généralement 30 ans ou plus.

**Code Orange :** Protocole d'intervention d'urgence mis en œuvre par un hôpital en cas d'incident ou de catastrophe causant un grand nombre de victimes. Ce protocole est généralement activé lorsque l'hôpital doit répondre rapidement à un grand nombre de patients gravement blessés, tels que ceux touchés par une catastrophe naturelle, un attentat terroriste ou tout autre événement catastrophique.

**Côte Nord-Ouest du Pacifique :** Région géographique de l'ouest de l'Amérique du Nord délimitée par l'océan Pacifique et les montagnes Rocheuses. Il n'y a pas de frontière officielle, mais elle comprend généralement l'Oregon, l'État de Washington, l'Idaho et la Colombie-Britannique.

**Décès liés à la chaleur :** Personnes décédées à la suite d'une exposition à la chaleur. Dans ce rapport, nous utilisons ce terme pour désigner les personnes que le Bureau des coroners a formellement reconnues comme étant décédées des suites d'une exposition à la chaleur.

**Délai d'embarquement :** Intervalle entre le moment où les médecins décident qu'un patient sera admis dans un service d'hospitalisation et le moment où le patient est physiquement transféré du service des urgences au service d'hospitalisation.

**Détresse morale :** Réponse psychologique à des situations moralement difficiles, telles que celles de contrainte morale ou de conflit moral, ou les deux.

**Fruits d'arbres :** Fruits qui poussent dans les arbres pour la consommation humaine; en Colombie-Britannique, il s'agit des pommes, poires, cerises, pêches, nectarines, abricots et prunes. D'autres fruits, comme les baies, poussent généralement dans des arbustes et ne sont donc pas considérés comme des fruits d'arbres.

**Incident causant un grand nombre de victimes :** Événements où le nombre et la gravité des victimes dépassent temporairement les ressources et les capacités des services médicaux d'urgence locaux.

**Malade/patient en phase critique :** Patient souffrant d'une pathologie potentiellement mortelle ou risquant de développer une pathologie potentiellement mortelle. Dans le présent document, nous utilisons ce terme pour désigner les patients dont le score de triage et d'acuité au Canada est de I ou II.

**Maladies liées à la chaleur :** Résultats de santé qui peuvent être évités et qui sont principalement dus à une surexposition à une chaleur extrême et/ou à un effort excessif par rapport à l'âge ou à la condition physique d'une personne.

**Modèle climatique :** Simulation climatique basée sur des processus physiques bien documentés. Les modèles climatiques globaux, également connus sous le nom de modèles de circulation générale (MCG), utilisent des équations mathématiques pour caractériser la façon dont l'énergie et la matière interagissent dans différentes parties de l'océan, de l'atmosphère et de la terre.

**Projections climatiques :** Réponse simulée du système climatique à un scénario d'émission ou de concentration future de gaz à effet de serre et d'aérosols, généralement obtenue à l'aide de modèles climatiques. Les projections climatiques se distinguent des prévisions climatiques par leur dépendance à l'égard du scénario d'émission, de concentration ou de forçage radiatif utilisé, qui repose à son tour sur des hypothèses concernant, par exemple, les développements socio-économiques et technologiques futurs qui peuvent ou non se réaliser.

**Refroidissement mécanique :** Fait référence à toute méthode qui utilise de l'énergie pour refroidir activement une zone, comme la climatisation et les pompes à chaleur.

**Surmortalité :** Différence entre le nombre de décès observés et le nombre de décès attendus au cours d'une certaine période, sur la base des tendances historiques.

**Système d'alerte précoce :** Mesure d'adaptation aux changements climatiques qui a recours à des systèmes de communication intégrés comprenant la surveillance des dangers, la prévision et la prédiction, l'évaluation des risques de catastrophe, la communication et les activités de préparation pour aider les collectivités à se préparer à des événements dangereux liés au climat.

**Système de santé :** Organisation de personnes, d'établissements institutionnels et de ressources qui fournissent des services de soins de santé pour répondre aux besoins de santé de la collectivité.

**Triage d'un très grand nombre de blessés :** Attribution d'une priorité d'intervention en fonction du niveau de blessure et des ressources disponibles. Les prestataires de soins de santé sont formés à l'utilisation d'arbres décisionnels universels de triage, tels que le START (triage simple et traitement rapide).

**Vague de chaleur de 2021 :** Dans ce rapport, fait référence à la vague de chaleur qui s'est produite entre le 25 juin et le 1er juillet 2021 en Colombie-Britannique.

**Vague de chaleur :** Période de températures supérieures à celles normalement attendues (sur la base des moyennes climatiques historiques). Les vagues de chaleur peuvent durer plusieurs jours, voire plusieurs semaines.

**Vulnérabilité :** Mesure dans laquelle un système est susceptible, ou incapable de faire face aux effets négatifs des changements climatiques, y compris les chaleurs extrêmes. Dans les sciences du climat, la vulnérabilité est une fonction de l'exposition à un danger, de la susceptibilité et de la capacité d'adaptation.

# REMERCIEMENTS

## **Auteurs (en ordre alphabétique) :**

Dale Beugin, vice-président exécutif

Dylan Clark, chef de projet, Adaptation

Sarah Miller, cheffe de projet, Adaptation

Ryan Ness, directeur de recherche, Adaptation

Ricardo Pelai, associé de recherche, Adaptation

Janna Wale, associée de recherche, Adaptation

## **Contributeurs :**

Janina Stajic, spécialiste principale des communications

Andrew Patrick, spécialiste principale des communications

## **Groupe consultatif du projet relatif à la vague de chaleur en Colombie-Britannique :**

Alexandra Lesnikowski (présidente), professeure adjointe, Département de géographie, d'aménagement et d'environnement, Université Concordia

Jean Andrey, professeur émérite et ancien doyen, Faculté d'environnement, Université de Waterloo

Jimena Eyzaguirre, directrice de l'équipe internationale et spécialiste principale de l'adaptation au changement climatique, ESSA Technologies Ltd.

Caroline Larrivée, directrice de la programmation scientifique, Ouranos

Tamsin Mills, planificatrice de la résilience climatique, ville de Vancouver

Todd Thexton, professeur adjoint, École de commerce, Université Royal Roads

## **Évaluateurs externes :**

Gary Wilson, directeur général et agent de développement économique, Tiičma Enterprises; président du conseil d'administration de l'Aboriginal Housing Management Association, région de l'île de Vancouver

Ivy Cheng, professeure associée, division de médecine d'urgence – département de médecine, Université de Toronto; médecin urgentiste, Sunnybrook Health Sciences Centre

## **Équipes de conseillers en recherche :**

Corinne Hohl, professeure associée, Service de médecine d'urgence, Université de Colombie-Britannique

Richard Boyd, directeur de la recherche et de l'économie, All One Sky Foundation

## **Soutien à la production :**

Conception et mise en page : Laurie Barnett, graphiste

Conception de l'information par **Voilà** : [chezVoila.com](http://chezVoila.com)

Traduction : OpenText

Conception de la couverture : Laurie Barnett, graphiste

**Avis de non-responsabilité :** Ce rapport est le fruit d'un processus collaboratif impliquant le personnel de l'Institut et le groupe consultatif, les réviseurs externes, les détenteurs de droits et les parties prenantes. Il ne reflète pas nécessairement le point de vue des personnes ou des organisations qui ont apporté leur contribution. Toute erreur éventuelle dans ce rapport est imputable à l'Institut.

**Divulgarion du financement :** Le gouvernement de la Colombie-Britannique a apporté son soutien financier à l'Institut climatique du Canada pour ce projet.

**Creative Commons :** Ce rapport est publié sous licence Creative Commons par l'Institut climatique du Canada. Vous pouvez reproduire le matériel en tout ou en partie à des fins non commerciales, en fournissant un lien vers l'original. Il convient de demander l'autorisation aux détenteurs de droits d'auteur avant toute reproduction de photographies.

**Citation recommandée :** Beugin, Dale, Dylan Clark, Sarah Miller, Ryan Ness, Ricardo Pelai et Janna Wale. 2023. Répercussions et coûts de la vague de chaleur de 2021 en Colombie-Britannique. Institut climatique du Canada. Ottawa (Ontario).

Les chercheurs déclarent que les peuples autochtones ont les droits culturels inhérents et les droits propriétaires des histoires orales et d'information culturelle, qui est discuté dans ce rapport et les premiers droits à la propriété intellectuelle qui est dérivée de l'information culturelle, selon les membres des communautés autochtones et les détenteurs de savoir.



# RÉFÉRENCES

- Abson, D.J., E.D.G. Fraser et T.G. Benton 2013. « Landscape Diversity and the Resilience of Agricultural Returns: A Portfolio Analysis of Land-Use Patterns and Economic Returns from Lowland Agriculture. » *Agriculture and Food Security*, 2(2). <https://doi.org/10.1186/2048-7010-2-2>
- Adam-Poupart, A., N. Nicolakakis, E. Anassour Laouan Sidi, P. Berry, C. Campagna, D. Chaumont, D. Hamel, F. Labrèche, M.-P. Sassine, A. Smargiassi, J. Zayed. 2021. *Climate Change and Heat Vulnerabilities of Canadian Workers: Focus on the Central and Western Provinces of Canada*. Institut national de santé publique du Québec. Québec, QC. <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2791-climatechange-heat-vulnerabilities-canadian-workers.pdf>
- Administration d'information sur l'énergie des États-Unis. 2022. *Highlights For Air Conditioning in U.S. Homes by State, 2020*. Washington, DC. <https://www.eia.gov/consumption/residential/data/2020/state/pdf/State Air Conditioning.pdf>
- Agence de santé publique du Canada. 2022. *Mobiliser la santé publique contre les changements climatiques au Canada*. Ottawa, ON. <https://www.canada.ca/content/dam/phac-aspc/documents/corporate/publications/chief-public-health-officer-reports-state-public-health-canada/state-public-health-canada-2022/report-rapport/rapport.pdf>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2017. *Évaluation des programmes Agri-stabilité, Agri-investissement et Agri-protection et du Programme d'indemnisation pour les dommages causés par la faune*. Ottawa, ON. <https://agriculture.canada.ca/fr/ministere/transparence/evaluation-programmes-agri-stabilite-agri-investissement-agri-protection-du-programme-dindemnisation>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2020. *Impacts du changement climatique sur l'agriculture*. <https://agriculture.canada.ca/fr/environnement/scenarios-climatiques-lagriculture>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2021a. *Adaptation aux changements climatiques et sécurité alimentaire : Rapport du dialogue de la phase 2*. Ottawa, ON. <https://agriculture.canada.ca/fr/ministere/initiatives/politique-alimentaire/sommet-systemes-alimentaires/adaptation-changements-climatiques>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2021b. *Aperçu statistique de l'industrie fruitière du Canada*. Ottawa, ON. <https://agriculture.canada.ca/fr/secteur/horticulture/rapports/apercu-statistique-industrie-fruitiere-canada-2021>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2021c. « Le gouvernement du Canada augmente le financement du cadre Agri-relance jusqu'à 500 millions de dollars pour aider les agriculteurs qui sont touchés par des conditions météorologiques extrêmes. » <https://www.canada.ca/fr/agriculture-agroalimentaire/nouvelles/2021/08/le-gouvernement-du-canada-augmente-le-financement-du-cadre-agri-relance-jusqua-500-millions-de-dollars-pour-aider-les-agriculteurs-qui-sont-touchees.html>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2022a. *Évaluation du programme Agri-stabilité*. Ottawa, ON. <https://agriculture.canada.ca/fr/ministere/transparence/audits-evaluations/evaluation-du-programme-agri-stabilite>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2022b. *Aperçu statistique de l'industrie fruitière du Canada 2021*. Ottawa, ON. <https://agriculture.canada.ca/fr/secteur/horticulture/rapports/apercu-statistique-industrie-fruitiere-canada-2021>
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). 2019. *TLVs® and BEIs® Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices*. Cincinnati, OH.
- Assemblée des Premières Nations de la Colombie-Britannique (BCAFN). 2022. *Climate Strategy and Action Plan*. Vancouver, BC. [https://www.B.C.afn.ca/sites/default/files/2022-04/B.C.FNCSAP Final Draft \(22April2022\).pdf](https://www.B.C.afn.ca/sites/default/files/2022-04/B.C.FNCSAP Final Draft (22April2022).pdf)
- Assemblée des Premières Nations de la Colombie-Britannique (BCAFN). 2023. « Vision & Mission. » <https://www.B.C.afn.ca/about-B.C.afn/vision-mission> (13 avril 2023).
- Association canadienne de l'électricité. 2016. « Forced Outage Performance of Transmission Equipment: Equipment Reliability Information Systems. » <https://www.electricity.ca/wp-content/uploads/2017/09/2016-All-Canada-ERIS-Report.pdf>
- Auger, O. 2020. « How Gardening Is Helping Haïtzaqv (Heiltsuk) Nation Cope with COVID-19. » *The Discourse*. <https://thediscourse.ca/vancouver-island/how-gardening-is-helping-haitzaqv-heiltsuk-nation-cope-with-covid-19>
- B.C. Agriculture & Food Climate Action Initiative. 2014. « B.C. Farm Practices and Climate Change Adaptation: Summary Report and Additional Findings. » <https://bcclimatechangeadaptation.ca/app/uploads/FarmPractices-SummaryReport.pdf> (13 avril 2023).
- B.C. Agriculture & Food Climate Action Initiative. 2020. « Vancouver Island Adaptation Strategies. » <https://bcclimatechangeadaptation.ca/wp-content/uploads/2022/Resources/RegionalStrategies-VancouverIsland.pdf>
- B.C. Health Effects of Anomalous Temperatures Coordinating Committee (BC HEAT Committee). 2022. *B.C. Provincial Heat Alert and Response System*. Victoria, BC. <http://www.B.C.cdc.ca/resource-gallery/Documents/Guidelines%20and%20>

Forms/Guidelines%20and%20Manuals/Health-Environment/Provincial-Heat-Alerting-Response-System.pdf

Barrow, E., N. Bleau, J. Booker, T. Livingston, L. Matthews, S. O'Sullivan, A. Patt et K. Tyler 2020. *Chaussées et températures extrêmes dans la ville de Toronto*. Données climatiques Canada. Toronto, ON. <https://donneesclimatiques.ca/etude-de-cas/chaussee-et-temperatures-extremes-dans-la-ville-de-toronto>

Baze Baum, K. et M. McClearn. 2021. « Extreme, Deadly Heat in Canada Is Going to Come Back, Worse than Ever. Will We Be Ready? » *The Globe and Mail*. Toronto, ON et Vancouver, BC. <https://www.theglobeandmail.com/canada/article-extreme-deadly-heat-in-canada-is-going-to-come-back-and-worse-will-we/> (26 juin 2022).

BC Chicken Marketing Board. 2021. *2021 Annual Report*. Abbotsford, BC. <https://B.C.chicken.ca/wp-content/uploads/2022/03/B.C.ChickenAnnualReport2021.pdf>

BC Dairy. 2022. "2021-2022 Annual Report: Our Path to a Stronger B.C. Dairy." Burnaby, BC. <https://B.C.dairy.ca/dairy-farmers/annual-reports/>

BC Fruit Growers Association. 2021. *2022 Provincial B.C. Budget Submission for the B.C. Fruit Growers Association (BCFGA)*. Victoria, BC. [https://www.bcfga.com/files/BC%20Fruit%20Growers%20-%20B.C.\\_%20Budget%202022%20Submission\(1\).pdf](https://www.bcfga.com/files/BC%20Fruit%20Growers%20-%20B.C._%20Budget%202022%20Submission(1).pdf)

BC Fruit Growers' Association. 2018. *Climate Change and Tree Fruit Production in British Columbia: Presented to the Senate Committee on Agriculture and Forestry*. Kelowna, BC. <https://www.B.C.fga.com/files/Senate%20Committee%20on%20Agriculture%20and%20Forestry%20-%20Climate%20Change%20in%20the%20Okanagan.pdf>

BC Housing. 2019. *BC Energy Step Code: Design Guide Supplement S3 on Overheating and Air Quality*. Burnaby, BC. <https://www.bchousing.org/publications/BC-Energy-Step-Code-Guide-Supplemental.pdf>

BC Housing. 2022. *Extreme Heat and Buildings: An Analysis of the 2021 Heat Dome Related Deaths in Community Housing in British Columbia*. Burnaby, BC. <https://www.B.C.housing.org/sites/default/files/media/documents/Extreme-Heat-Report%2B2022.pdf>

BC Hydro. 2019. *Cold War: How Many B.C. Employees Are Losing the Battle over Office Air Conditioning*. Vancouver, BC. [https://www.B.C.hydro.com/news/press\\_centre/news\\_releases/2019/report--b-c--employees-losing-the-cold-war-over-office-air-condi.html](https://www.B.C.hydro.com/news/press_centre/news_releases/2019/report--b-c--employees-losing-the-cold-war-over-office-air-condi.html)

BC Hydro. 2021a. « Operational Update: Extreme Heat Leads to Record-Breaking Electricity Demand for a Second Day in a Row. » [https://www.bchydro.com/news/press\\_centre/news\\_releases/2021/extreme-heat-leads-to-record-breaking-electricity-demand-for-a-second-day-in-a-row.html](https://www.bchydro.com/news/press_centre/news_releases/2021/extreme-heat-leads-to-record-breaking-electricity-demand-for-a-second-day-in-a-row.html) (24 avril 2023).

BC Hydro. 2021b. « Info bulletin: BC Hydro taking steps to ensure safe, reliable delivery of power to Vancouver Island. » [https://www.bchydro.com/news/press\\_centre/news\\_](https://www.bchydro.com/news/press_centre/news_)

[releases/2021/bc-hydro-taking-steps-to-ensure-safe-reliable-delivery-of-power-to-vancouver-island.html](https://www.bchydro.com/news/press_centre/news_releases/2021/bc-hydro-taking-steps-to-ensure-safe-reliable-delivery-of-power-to-vancouver-island.html)

BC Hydro. 2022. *2021: A Record-Breaking Year for Electricity Demand and Extreme Weather*. Vancouver, BC. <https://www.bchydro.com/content/dam/BCHydro/customer-portal/documents/news-and-features/2021-demand-report.pdf>

BC Stats. 2022. *Employment and Unemployment Rate by Detailed Industry, 15 Years and Over, Annual (Employment in Thousands of Persons)*. <https://www2.gov.B.C.ca/gov/content/data/statistics/employment-labour/labour-market-statistics>

BC Wildfire Service. 2019. *Request for Proposal: Medium Lift Helicopter Services (RFP #10193)*. Victoria, BC.

Berry, Peter, Anna Yusa, Toni Morris-Oswald et Anastasia Rogava. 2015. « Heat Alert and Response Systems in Urban and Rural Communities in Canada. » *Change and Adaptation in Socio-Ecological Systems 1* (mai) : 84-97. <https://doi.org/10.2478/cass-2014-0009>

Bethléem, M. 2021. « B.C. Heatwave Forces Some Restaurants and Breweries to Close. » *CityNews*. Vancouver, BC. <https://vancouver.citynews.ca/2021/06/27/B.C.-heatwave-restaurants-close/>

Bowler, D.E., L. Buyung-Ali, T.M. Knight et A.S. Pullin. 2010. « Urban Greening to Cool Towns and Cities: A Systematic Review of Empirical Evidence. » *Landscape and Urban Planning* 97(3) : 147-55.

Bumbaco, K.A., K.D. Dello et N.A. Bond. 2013. « History of Pacific Northwest Heat Waves: Synoptic Pattern and Trends. » *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 52(7) : 1618-31.

Burchell, M. 2021. « Heat Wave Forces Many Vancouver Island Businesses to Temporarily Close Today. » *Victoria Buzz* : Victoria, BC. <https://www.victoriabuzz.com/2021/06/heat-wave-forces-many-vancouver-island-businesses-to-temporarily-close-today/>

Bureau des coroners de la Colombie-Britannique. 2021. « All communications to and from Premier John Horgan, Minister of Public Safety and Solicitor General Mike Farnworth, Health Minister Adrian Dix, Provincial Health Officer Bonnie Henry, Chief Coroner Lisa Lapointe, BC Wildfire Service Director of Provincial Operations Cliff Chapman, and Emergency Management BC executive director of regional operations Pader Brach that contain any reference, directly or indirectly to the B.C. heat wave. This includes but is not limited to email correspondence, text messages and briefing notes that reference the heat wave, preparation plans, discussion, outcomes, etc. » Victoria, BC. Publié en vertu de la Loi sur l'accès à l'information. FOI:OCC-2021-13845. <https://www2.gov.bc.ca/enSearch/detail?id=7AFDBC16F15F42E289E9F7DDB0F80C40&recorduid=OCC-2021-13845&keyword=13845>

Bureau des Coroners de la Colombie-Britannique. 2022. *Extreme Heat and Human Mortality: A Review of Heat-Related Deaths in B.C. in Summer 2021*. Burnaby, BC. [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/birth-adoption-death-marriage-and-divorce/deaths/coroners-service/death-review-panel/extreme\\_heat\\_death\\_review\\_panel\\_report.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/birth-adoption-death-marriage-and-divorce/deaths/coroners-service/death-review-panel/extreme_heat_death_review_panel_report.pdf)

Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophes (UNDRR). 2015. *Cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015 – 2030*. Genève, Suisse. [https://www.undrr.org/sites/default/files/2023-01/43291\\_frenchsendaiframeworkfordisasterris.pdf](https://www.undrr.org/sites/default/files/2023-01/43291_frenchsendaiframeworkfordisasterris.pdf)

Bureau du premier ministre. 2021. « Internal communications about deaths due to the heat wave in late June, 2021. » Victoria, BC. Publié en vertu de la Loi sur l'accès à l'information. FOI:OOP-2021-13146. <https://www2.gov.bc.ca/enSearch/detail?id=7AFDBC16F15F42E289E9F7DDB0F80C40&recorduid=OOP-2021-13146&keyword=13146>

Burton, I. 2010. « Investigations in Depth: Forensic Disaster Investigations in Depth: A New Case Study Model » *Environment* 52(5). <https://doi.org/10.1080/00139157.2010.507144>

Casanueva, A., A. Burgstall, S. Kotlarski, A. Messeri, M. Morabito, A.D. Flouris, L. Nybo, C. Spirig et C. Schwierz 2019. « Overview of Existing Heat-Health Warning Systems in Europe. » In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 16, p. 2657). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph16152657>

Casey, J.A., R.M. Parks, T.A. Bruckner, A. Gemmill et R. Catalano 2023. Excess Injury Mortality in Washington State During the 2021 Heat Wave. *American Journal of Public Health*, e1-e4. Publication anticipée en ligne. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2023.307269>

CBC News. 2021. « Extreme Heat Prompts Closures, Cancellations Throughout B.C. » <https://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/B.C.-businesses-close-1.6082448>

Centre de collaboration nationale de la santé autochtone (CCNSA). 2022. « Climate Change and Indigenous People's Health in Canada. » Dans P. Berry et R. Schnitter (éds.), *La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : Faire progresser nos connaissances pour agir*. Gouvernement du Canada : Ottawa (Ontario). <https://changingclimate.ca/health-in-a-changing-climate/fr/chapter/2-0/>

Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique (BCCDC). 2017. *Developing a Municipal Heat Response Plan: A Guide for Medium- Sized Municipalities*. Vancouver, BC. [http://www.B.C.cdc.ca/resource-gallery/Documents/Guidelines and Forms/Guidelines and Manuals/Health-Environment/Developing a municipal heat response plan.pdf](http://www.B.C.cdc.ca/resource-gallery/Documents/Guidelines%20and%20Forms/Guidelines%20and%20Manuals/Health-Environment/Developing%20a%20municipal%20heat%20response%20plan.pdf)

Chestnut, L.G. et P. De Civita. 2009. « Évaluation économique de la réduction des risques de mortalité : Examen et recommandations aux fins d'analyse politique et réglementaire. » Gouvernement du Canada. Ottawa (Ontario). [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2009/policyresearch/PH4-51-2009F.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2009/policyresearch/PH4-51-2009F.pdf)

Clark, Dylan G. 2023 (à venir). The health toll of extreme heat: examining emergency department visits and hospital admissions during the 2021 BC Heat Wave. (Manuscrit soumis pour publication)

Clark, Dylan G. et Anna Kanduth. 2022. *Enhancing the Resilience of Canadian Electricity Systems for a Net*

*Zero Future*. <https://climateinstitute.ca/wp-content/uploads/2022/02/Resiliency-scoping-paper-ENGLISH-Final.pdf>

Clark, Dylan G., Ryan Ness, Dena Coffman et Dale Beugin. 2021. *Les coûts des changements climatiques pour la santé : Comment le Canada peut s'adapter, se préparer et sauver des vies*. Institut climatique du Canada. <https://institutclimatique.ca/reports/les-couts-des-changements-climatiques-pour-la-sante/>

Climate Action Tracker. 2022. « Climate Action Tracker. » <https://climateactiontracker.org/> (13 mars 2023).

Cohen, A. 2019. « 'Slavery Hasn't Ended, It Has Just Become Modernized.' Border Imperialism and the Lived Realities of Migrant Farmworkers in British Columbia, Canada. » *ACME : An International Journal for Critical Geographies* 18 (1) : 130-148. <https://acme-journal.org/index.php/acme/article/view/1430>

Colelli, F. 2021. « 2021 Heatwave in Canada: Record-Breaking Electricity Demand and Power Outages. » EnergyA. <https://www.energy-a.eu/2021-heatwave-canada-record-breaking-outages/>

Colmer, J. 2020. « What is the Meaning of (Statistical) Life? Benefit–Cost Analysis in the Time of COVID-19. » *Oxford Review of Economic Policy*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7499700/>

Comité permanent de l'agriculture et de l'agroalimentaire. 2018. *Vers un système agricole et agroalimentaire canadien résilient : l'adaptation aux changements climatiques*. Chambre des Communes Canada. Ottawa (Ontario). <https://www.ourcommons.ca/Content/Committee/421/AGRI/Reports/RP9814809/agrip11/agrip11-f.pdf>

Comité permanent de l'agriculture et de l'agroalimentaire. 2020. *Faire face à l'imprévu : Renforcer les programmes de gestion des risques des entreprises agricoles et agroalimentaires*. Chambre des Communes Canada. Ottawa (Ontario). <https://www.ourcommons.ca/Content/Committee/432/AGRI/Reports/RP10966646/agrip01/agrip01-f.pdf>

Conseil des académies canadiennes. 2022. *Cultiver la diversité : Le comité d'experts sur les risques pour la santé des végétaux au Canada*. Ottawa, ON. <https://www.rapports-cac.ca/reports/les-risques-de-la-sante-des-vegetaux/>

Crawford, E. et R. Beveridge. 2013. *Strengthening BC's Agriculture Sector in the Face of Climate Change*. The Pacific Institute for Climate Solutions. Victoria, BC. [https://pics.uvic.ca/sites/default/files/uploads/publications/Strengthening%20BC%27s%20Agriculture%20Sector\\_0.pdf](https://pics.uvic.ca/sites/default/files/uploads/publications/Strengthening%20BC%27s%20Agriculture%20Sector_0.pdf)

CTV News. 2022. « Vancouver Island Researchers Look into Oyster Breeds as Temperatures Rise B.C. » *CTV News Vancouver Island*. Victoria, BC. <https://vancouverisland.ctvnews.ca/vancouver-island-researchers-look-into-oyster-breeds-as-temperatures-rise-b-c-1.5882095>

Cutter, S. 2012. *Hazards, Vulnerability, and Environmental Justice*. Routledge. New York City, NY.

Daflos, P. 2022. « BC Housing Disabled Cooling Devices at Some Sites Over Costs. » *CTV News*. Vancouver, BC. <https://>

bc.ctvnews.ca/bc-housing-disabled-cooling-devices-at-some-sites-over-costs-1.5997284 (13 avril 2023).

Dandekar, V. 2021. « B.C. 's Shellfish Farmers Struggle After Heat Wave Decimates Oysters.» The Tyee. <https://thetyee.ca/News/2021/08/05/B.C.-Shellfish-Farmers-Struggle-After-Heat-Wave-Decimates-Oysters/>

Deloitte. 2021. *Economic Contribution Study of British Columbia's Tree Fruit Sector: Prepared for the Ministry of Agriculture, Food and Fisheries of British Columbia*. Vancouver, BC.

Département américain de l'agriculture (USDA). 2016. *Adaptation Resources for Agriculture: Responding to Climate Variability and Change in the Midwest and Northeast*. Washington, DC. <https://www.climatehubs.usda.gov/sites/default/files/AdaptationResourcesForAgriculture.pdf>

District régional de Peace River. 2020. *Agriculture Challenges 2019 Survey Update*. Dawson Creek, BC. <https://prrd.B.C..ca/wp-content/uploads/engage/agriculture-challenges-2019/09-R-12-Ag-Challenge-Survey-results-final.pdf>

Emergency Management BC. 2021. « All communications to and from Premier John Horgan, Minister of Public Safety and Solicitor General Mike Farnworth, Health Minister Adrian Dix, Provincial Health Officer Bonnie Henry, Chief Coroner Lisa Lapointe, BC Wildfire Service Director of Provincial Operations Cliff Chapman, and Emergency Management BC executive director of regional operations Pader Brach that contain any reference, directly or indirectly to the B.C. heat wave. This includes but is not limited to email correspondence, text messages and briefing notes that reference the heat wave, preparation plans, discussion, outcomes, etc. » Victoria, BC. Publié en vertu de la Loi sur l'accès à l'information. FOI:EMB-2021-13846. <https://www2.gov.bc.ca/enSearch/detail?id=7AFDBC16F15F42E289E9F7DDB0F80C40&recorduid=EMB-2021-13846&keyword=EMB&keyword=13846>

Emploi et Développement social Canada 2022. *Ce que nous avons entendu : Consultations sur les logements fournis aux travailleurs étrangers temporaires*. Ottawa, ON. [https://www.canada.ca/content/dam/esdc-edsc/images/services/foreign-workers/reports/ce\\_que\\_nous\\_avons\\_entendu.pdf](https://www.canada.ca/content/dam/esdc-edsc/images/services/foreign-workers/reports/ce_que_nous_avons_entendu.pdf)

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). 2020. « Critères d'alertes météo publiques. » <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/types-previsions-meteorologiques-utilisation/publiques/criteres-alertes-meteo.html#chaleur> (13 avril 2023).

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). 2021. « Les 10 événements météorologiques les plus marquants au Canada en 2021. » <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/dix-evenements-meteorologiques-plus-marquants/2021.html#toc6> (13 avril 2023).

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). 2022a. « Changements de la température au Canada. » <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/changements-temperature.html> (12 février 2023).

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). 2022b. *Évaluation du programme des observations, des prévisions et des avertissements météorologiques*. Gatineau, QC. [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2022/eccc/En4-459-2022-fra.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2022/eccc/En4-459-2022-fra.pdf)

ESSA. 2020. *Costing Climate Change Impacts on Human Health across Canada: Final Report*. Préparé pour l'Institut canadien pour des choix climatiques. Ottawa (Ontario). <https://climateinstitute.ca/reports/the-health-costs-of-climate-change/technical-report/>

Fassbender, K., R.L. Fainsinger, M. Carson et B.A. Finegan 2009. « Cost Trajectories at the End of Life: The Canadian Experience. » *Journal of Pain and Symptom Management*, 38(1), 75-80. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2009.04.007>

Fawcett-Atkinson, M. 2020. « How One Indigenous Farmer in the North Is Improving Food Security in His Community. » *National Observer*. <https://www.thestar.com/news/canada/2020/11/16/how-one-indigenous-farmer-in-the-north-is-improving-food-security-in-his-community.html>

Feldman, M. et J. Christenson 2019. *External Review of a Death during Prehospital Care, November 2018*. Gouvernement de la Colombie-Britannique. <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/health/conducting-health-research/bcehs-case-review.pdf>

First Nations Fisheries Council. 2016. *First Nations Traditions and Aquaculture*. Vancouver, BC. <https://www.fnfisheriescouncil.ca/wp-content/uploads/2021/11/First-Nations-and-Aquaculture-in-British-Columbia-Cultivating-Change-to-Preserve-Tradition-Brochure.-2016.pdf> (13 avril 2023).

Fletcher C., L. Matthews, J. Andrey et A. Saunders. 2016. « Projected Changes in Mid-Twenty-First-Century Extreme Maximum Pavement Temperature in Canada. » *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 55(4), 961-974. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-15-0232.1>

Fraser Health. 2022. « Updates from Executive Team #148. » Victoria, BC. Publié en vertu de la Loi sur l'accès à l'information. FOI: FHA-2022-0483.

Gaudin, A.C.M., T. N. Tolhurst, A.P. Ker, K. Janovicek, C. Tortora, R.C. Martin et W. Deen. 2015. « Increasing Crop Diversity Mitigates Weather Variations and Improves Yield Stability. » *PLoS ONE* 10 (2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113261>

Choussoub, M. 2021. « Workers Swelter in B.C.'s Hottest Jobs As Heat Dome Blasts Province. » *CBC News*. Vancouver, BC. <https://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/B.C.-hottest-jobs-heat-wave-heat-dome-1.6084703>

Gifford, R., C. Brown, C. Baron, D. Clement, N. Melnychuk, H. Nelson, L. Sales et D. Spittlehouse. 2022. « Chapitre sur la Colombie-Britannique » Dans *Le Canada dans un climat en changement : Rapport sur les perspectives régionales*, édité par F.J. Warren, N. Lulham et D.S. Lemmen. Gouvernement du Canada. Ottawa (Ontario).

Gosselin, P., C. Campagna, D. Demers-Bouffard, S. Qutob et M. Flannigan. 2022. « Aléas naturels. » Dans *La santé*



des Canadiens face aux changements climatiques : Faire progresser nos connaissances pour agir, édité par P. Berry et R. Schnitter. Gouvernement du Canada. Ottawa (Ontario). <https://changingclimate.ca/health-in-a-changing-climate/fr/>

Gouvernement de la Colombie-Britannique. 2002. *Introduction to the Incident Command System*. Victoria, BC. <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/spills-and-environmental-emergencies/docs/intro-ics.pdf>

Gouvernement de la Colombie-Britannique. 2012. *The All Hazards Plan*. Victoria, BC. <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/public-safety-and-emergency-services/emergency-preparedness-response-recovery/provincial-emergency-planning/embc-all-hazard-plan.pdf>

Gouvernement de la Colombie-Britannique. 2022a. « B.C. Expecting First Hot Stretch of Summer. » <https://news.gov.B.C.ca/releases/2022PSSG0041-000997>

Gouvernement de la Colombie-Britannique. 2022b. *Extreme Heat: Preparedness for Ministries and Agencies*. Victoria, BC. [https://www2.gov.B.C.ca/assets/gov/public-safety-and-emergency-services/emergency-preparedness-response-recovery/provincial-emergency-planning/extreme\\_heat\\_preparedness\\_for\\_ministries\\_and\\_agencies.pdf](https://www2.gov.B.C.ca/assets/gov/public-safety-and-emergency-services/emergency-preparedness-response-recovery/provincial-emergency-planning/extreme_heat_preparedness_for_ministries_and_agencies.pdf)

Gouvernement de la Colombie-Britannique. 2023a. « Climate of B.C. » <https://www.welcomeB.C.ca/Choose-B-C/Explore-British-Columbia/Climate-of-B-C#:~:text=Summers%20on%20the%20coast%20are,30%C2%BC%20or%20more.> (20 février 2023).

Gouvernement de la Colombie-Britannique. 2023b. « Urban & Off-Reserve Aboriginal People. » <https://www2.gov.B.C.ca/gov/content/governments/indigenous-people/supporting-communities/urban-off-reserve-aboriginal-people> (20 février 2023).

Gouvernement de la Colombie-Britannique. 2023c. *Community Care and Assisted Living Act: Residential Care Regulation - B.C. Reg. 96/2009*. Victoria, BC. [https://www.B.C.laws.gov.B.C.ca/civix/document/id/complete/statreg/96\\_2009](https://www.B.C.laws.gov.B.C.ca/civix/document/id/complete/statreg/96_2009)

Gouvernement de la Colombie-Britannique. 2023d. *Emergency Program Act [RSBC 1996]*. Victoria, BC. [https://www.bclaws.gov.bc.ca/civix/document/id/complete/statreg/00\\_96111\\_01](https://www.bclaws.gov.bc.ca/civix/document/id/complete/statreg/00_96111_01)

Gouvernement de la Colombie-Britannique. 2023e. *Mental Health Act [RSBC 1996]*. Victoria, BC. [https://www.bclaws.gov.bc.ca/civix/document/id/complete/statreg/00\\_96288\\_01](https://www.bclaws.gov.bc.ca/civix/document/id/complete/statreg/00_96288_01)

Gouvernement du Canada. 2022. « Politique sur l'analyse coûts-avantages » <https://www.canada.ca/fr/gouvernement/systeme/lois/developpement-amelioration-reglementation-federale/exigences-matiere-elaboration-gestion-examen-reglements/lignes-directrices-outils/politique-analyse-couts-avantages.html> (7 mars 2023).

Grant, S.C.H., B.L. MacDonald et M.L. Winston. 2019. *State of Canadian Pacific Salmon: Responses to Changing Climate and Habitats*. Pêches et Océans Canada. Nanaimo, BC. [https://salmonwatersheds.ca/libraryfiles/lib\\_467.pdf](https://salmonwatersheds.ca/libraryfiles/lib_467.pdf)

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). 2021. Summary for Policymakers. Dans : *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution du groupe de travail I au sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu et B. Zhou (eds). Cambridge University Press. Cambridge, Royaume-Uni et New York City, NY. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.001>

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Contribution du groupe de travail II au sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. [https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf) (7 mars 2023).

Harper, S.L., R. Schnitter, A. Fazil, M. Fleury, J. Ford, N. King, A. Lesnikowski et coll. 2022. « Salubrité et sécurité des aliments. » Dans *La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : Faire progresser nos connaissances pour agir*, édité par R. Berry et R. Schnitter. Gouvernement du Canada. Ottawa (Ontario).

Henderson, S.B., J.S. Gauld, S.A. Rauch, K.E. McLean, N. Krstic, D.M. Hondula et T. Kosatsky. 2016. « A Proposed Case-Control Framework to Probabilistically Classify Individual Deaths as Expected or Excess during Extreme Hot Weather Events. » *Environmental Health* 15 (109) : 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0195-z>

Henderson, S.B., K.E. McLean, M. Lee et T. Kosatsky 2021. « Extreme heat events are public health emergencies | British Columbia Medical Journal. » *B.C. Medical Journal*, 63(9), 336-367. <https://B.C.mj.org/B.C.cdc/extreme-heat-events-are-public-health-emergencies>

Henderson, S.B., K.E. McLean, M.J. Lee et T. Kosatsky 2022. « Analysis of Community Deaths During the Catastrophic 2021 Heat Dome. » *Environmental Epidemiology*, 6(1), E189. <https://doi.org/10.1097/EE9.0000000000000189>

Hewitt, K. 1983. *Interpretations of Calamity from the Viewpoint of Human Ecology*. Routledge. Londres, Royaume-Uni.

Holliday, I. 2021. « Schools Across the Lower Mainland Closed Monday Due to Extreme Heat. » CTV News. Vancouver, BC. <https://B.C.ctvnews.ca/schools-across-the-lower-mainland-closed-monday-due-to-extreme-heat-1.5488000>

Homelessness Services Association of BC. 2021. *2020/21 Report on Homeless Counts in B.C. - Prepared for B.C. Housing*. Burnaby, BC. <https://www.B.C.housing.org/publications/2020-21-B.C.-Homeless-Counts.pdf>

Industrial Economics. 2020. *Costing Climate Change Impacts on Canada's Infrastructure: Results for "Deep Dive" Statistical and Process-Based Models*. Institut climatique du Canada. Cambridge, MA. <https://climateinstitute.ca/wp-content/uploads/2022/06/Deep-Dive-Report.pdf>

- Judd, A. 2021a. « B.C. Businesses Close Their Doors Due to Extreme Heat. » *Global News*. Vancouver, BC. <https://globalnews.ca/news/7986877/B.C.-businesses-closing-monday-extreme-heat/>
- Judd, A. 2021b. « For The First Time Ever, Dozens of B.C. Schools Had to Close Due to Extreme Heat Wave. » *Global News*. Vancouver, BC. <https://globalnews.ca/news/7987756/first-time-ever-B.C.-schools-close-extreme-heat/>
- Kabore, P. et N. Rivers. 2023. « Manufacturing Output and Extreme Temperature: Evidence from Canada. » *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économie*, 56 : 191-224. <https://doi.org/10.1111/caje.12633>
- La Presse canadienne. 2014. « B.C. Heat Wave: 3 Hottest Spots and 20 Records Broken Sunday. » *La Presse Canadienne*, 13 juillet 2014. <https://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/b-c-heat-wave-3-hottest-spots-and-20-records-broken-sunday-1.2705834>
- Laforge, J., V. Corkal et A. Cosbey. 2021. *Farming the Future: Agriculture and Climate Change on the Canadian Prairies*. International Institute for Sustainable Development: Winnipeg, MB. <https://www.iisd.org/publications/report/farming-future-agriculture-and-climate-change-canadian-prairies>
- Laouadi, A., M. Bartko, A. Gaur et M.A. Lacasse. 2022. *Climate Resilience Buildings: Guideline for Management of Overheating Risk in Residential Buildings*. Conseil national de recherches du Canada : Ottawa (Ontario). <https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=9c60dc19-ca18-4f4c-871f-2633f002b95c>
- Lee M. et B. Parfitt. 2022. *A Climate Reckoning: The Economic Costs of B.C.'s Extreme Weather in 2021*. Centre canadien de politiques alternatives. Vancouver, BC. <https://policyalternatives.ca/climate-reckoning>
- Lee, M.J., K.E. McLean, M. Kuo, G.R. Richardson et S.B. Henderson 2023. « Chronic Diseases Associated with Mortality in British Columbia, Canada During the 2021 Western North America Extreme Heat Event. » *GeoHealth*, 7(3), e2022GH000729. <https://doi.org/10.1029/2022GH000729>
- Legault, G., A. Clement, G.P. Kenny, S. Hardcastle et N. Keller. 2017. « Cognitive Consequences of Sleep Deprivation, Shiftwork, and Heat Exposure for Underground Miners. » *Applied Ergonomics* 58 (janvier) : 144-150. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.06.007>
- Lemmen, D., C. Lafleur, D. Chabot, J. Hewitt, M. Braun, B. Bussière, I. Kulcsar, D. Scott et J. Thistlethwaite. 2021. « Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation; chapitre 7. » Dans *Le Canada dans un climat en changement : Le rapport sur les enjeux nationaux*, édité par F.J. Warren et N. Lulham. Gouvernement du Canada. Ottawa (Ontario).
- Little, S. 2021. « 'Heat dome': Warnings Issued as Potentially Record-Breaking Temperatures Forecast in B.C. » *Global News*. Vancouver, BC. <https://globalnews.ca/news/7975968/heat-dome-warnings-record-breaking-temperatures-forecast-bc/>
- Lobos, G.A. et J.F. Hancock 2015. « Breeding Blueberries for a Changing Global Environment: A Review. » *Frontiers in Plant Science*, 6, 782. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00782>
- Maadani, O., M. Shafiee et I. Egorov 2021. « Climate Change Challenges for Flexible Pavement in Canada: An Overview. » *Journal of Cold Regions Engineering*, 35(4), 03121002. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CR.1943-5495.0000262](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CR.1943-5495.0000262)
- MacClune, K., C. Allan, K. Venkateswaran et L. Sabbag 2014. *Floods in Boulder: A Study of Resilience | Adaptation Clearinghouse*. <https://www.adaptationclearinghouse.org/resources/floods-in-boulder-a-study-of-resilience.html>
- Marushka L., T.A. Kenny, M. Batal, W.W. Cheung, K. Fediuk, C.D. Golden, ... et H.M. Chan 2019. « Potential Impacts of Climate-Related Decline of Seafood Harvest on Nutritional Status of Coastal First Nations in British Columbia », Canada. *PloS One*, 14(2), e0211473. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211473>
- Masys, A.J. 2016. *Disaster Forensics* (A.J. Masys, éd.) Springer International Publishing. Cham, Suisse. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-41849-0>
- McInnes, J.A., E.M. MacFarlane, M.R. Sim et P. Smith. 2017. « Working in Hot Weather: A Review of Policies and Guidelines to Minimise the Risk of Harm to Australian Workers. » *Injury Prevention* 23(5), 334-339. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2016-042204>
- McInnes, J.A., M. Akram, E.M. Macfarlane, T. Keegel, M.R. Sim et P. Smith. 2017. « Association Between High Ambient Temperature and Acute Work-Related Injury: A Case-Crossover Analysis Using Workers' Compensation Claims Data. » *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* 43 (1) : 86-94. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3602>
- McIntyre, G. 2021. « With Heat Warnings in Effect, B.C. Businesses Take Measures to Protect Employees and Customers. » *Vancouver Sun*. Vancouver, BC. <https://vancouver.sun.com/news/local-news/with-heat-warnings-in-effect-businesses-take-measures-to-protect-employees-and-customers>
- McLean, H. 2021. « B.C. Heat Wave Forces Restaurants to Temporarily Shut Down Across the Province. » *The Daily Hive*. Vancouver, BC. <https://dailyhive.com/vancouver/B.C.-heat-wave-restaurants-closed>
- McLean, K.E., R. Stranberg, M. Macdonald, G.R.A. Richardson, T. Kosatsky et S.B. Henderson. 2018. « Establishing Heat Alert Thresholds for the Varied Climatic Regions of British Columbia, Canada. » *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15 (septembre) : 2048. <https://doi.org/10.3390/ijerph15092048>
- Mendoza, M.T. et R. Schwarze. 2019. « Sequential Disaster Forensics: A Case Study on Direct and Socio-Economic Impacts. » *Durabilité 2019*, vol. 11, page 5898, 11(21), 5898. <https://doi.org/10.3390/SU11215898>
- Métis Nation B.C. (MNBC). 2023. « About MNBC » <https://www.mnbc.ca/about-mnbc>. (12 février 2023).

Mills, B., S. Tighe, J. Andrey, J. Smith, S. Parm et K. Huen 2007. *The Road Well Travelled: Implications du changement climatique pour les infrastructures de chaussée dans le sud du Canada*. <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/0970582.pdf>

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique. 2020. *British Columbia Agriculture, Seafood, Food and Beverage International Export: Highlights and Year in Review*. Victoria, BC. [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/statistics/market-analysis-and-trade-statistics/2020\\_bc\\_agrifood\\_and\\_seafood\\_export\\_highlights.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/statistics/market-analysis-and-trade-statistics/2020_bc_agrifood_and_seafood_export_highlights.pdf)

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique. 2021a. *Crop Conditions Report - November 9, 2021*. Victoria, BC.

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique. 2021b. *Situation Report: Extreme Heat Impacting Agricultural Operations (Province-Wide) - July 16, 2021*. Victoria, BC.

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique. 2021c. *Situation Report: Extreme Heat Impacting Agricultural Operations (Province-Wide) - June 29, 2021*. Victoria, BC.

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique. 2021d. *Berries: Policy Wording for The Continuous Specified Perils Production Insurance Contract*. Victoria, BC. [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/programs/insurance-and-income-protection/pi-2022/berries/pi\\_berries\\_pw.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/programs/insurance-and-income-protection/pi-2022/berries/pi_berries_pw.pdf)

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique. 2021e. *Tree Fruit: Policy Wording for The Continuous Specified Perils Production Insurance Contract*. [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/programs/insurance-and-income-protection/pi-2022/tree-fruit/pi\\_tf\\_pw.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/programs/insurance-and-income-protection/pi-2022/tree-fruit/pi_tf_pw.pdf)

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique. 2021f. « \$20M to Help B.C. Ranchers, Farmers Recover from Drought, Wildfires. » <https://news.gov.bc.ca/releases/2021AFF0054-001739>

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique. 2021. « Briefing notes and situation reports regarding the record-breaking heat, its impacts across British Columbia and impacts on ministry and agency operations, for the period of June 24, 2021 to June 30, 2021. » Victoria, BC. Publié en vertu de la Loi sur l'accès à l'information. FOI: AGR-2021-13065. <https://www2.gov.bc.ca/enSearch/detail?id=7AFDBC16F15F42E289E9F7DDB0F80C40&recorduid=AGR-2021-13065&keyword=AGR&keyword=13065>

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique. 2022a. *Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation « Seafood Harvest, Landed Value, and Wholesale Value (2011-2021) - Wild Commercial Fisheries and Aquaculture*. » Victoria, BC. [https://www2.gov.B.C.ca/gov/content/industry/agriculture-seafood/statistics/agriculture-](https://www2.gov.B.C.ca/gov/content/industry/agriculture-seafood/statistics/agriculture-and-seafood-statistics-publications)

[and-seafood-statistics-publications](https://www2.gov.B.C.ca/gov/content/industry/agriculture-seafood/statistics-publications)

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique. 2022b. Communication par courriel entre l'Institut climatique du Canada et le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. en octobre 2022.

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique. 2023a. Communication par courriel entre l'Institut climatique du Canada et le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de C.-B. En novembre 2022.

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique. 2023b. « Adapting to Climate Change. » <https://www2.gov.B.C.ca/gov/content/industry/agriculture-seafood/agricultural-land-and-environment/climate-action/adapting-to-climate-change>

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique. 2023c. « Extreme Weather Preparedness for Agriculture Program. » <https://www2.gov.B.C.ca/gov/content/industry/agriculture-seafood/programs/extreme-weather-preparedness#3>

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Colombie-Britannique. 2023d. « 2021 Flood Recovery Program for Food Security. » <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/industry/agriculture-seafood/programs/agriculture-insurance-and-income-protection-programs/flood-recovery>

Ministère de l'Environnement et de la Stratégie contre les changements climatiques de la Colombie-Britannique. 2019. *Preliminary Strategic Climate Risk Assessment for British Columbia*. Victoria, BC. <https://www2.gov.B.C.ca/gov/content/environment/climate-change/adaptation/risk-assessment>

Ministère de la Santé de la Colombie-Britannique. 2021. « Briefing Notes and Situation Notes Regarding Record-Breaking Heat. » Victoria, B.C. Publié en vertu de la Loi sur l'accès à l'information. FOI: HTH-2021-13060. <https://www2.gov.bc.ca/enSearch/detail?id=7AFDBC16F15F42E289E9F7DDB0F80C40&recorduid=HTH-2021-13060&keyword=13060>

Ministère de la Santé de la Colombie-Britannique. 2021. « Yearly data of deaths caused by the following from 2016-2022: COVID-19, Influenza and Pneumonia, Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), All Respiratory Disease, Heart Disease, Stroke, Illicit Drug Toxicity, Opioid Drug Toxicity, Alzheimer's Disease and Dementia, Diabetes, Liver Disease, Parkinson's Disease, Kidney Disease, Hypertension, Pneumonitis due to Solids and Liquids, Obesity, Suicide; Specific data of hospitalizations and ICU admission in BC from 2016-2022, including: Total number of hospital beds in BC, Hospital bed capacity and use, Hospital ICU bed capacity and use. » Victoria, BC. Publié en vertu de la Loi sur l'accès à l'information. FOI:HTH-2022-20789. <https://www2.gov.bc.ca/enSearch/detail?id=7AFDBC16F15F42E289E9F7DDB0F80C40&recorduid=HTH-2022-20789&keyword=HTH&keyword=20789>

Ministère de la Sécurité publique et du Solliciteur général de la Colombie-Britannique. « Reports, plans, briefing notes, and memorandums regarding planning for or responses to heat wave conditions in the institution. » Victoria, BC. Publié en vertu de la Loi sur l'accès à l'information. FOI:PSS-2021-13054. <https://>

[www2.gov.bc.ca/enSearch/detail?id=7AFDBC16F15F42E289E9F7DDB0F80C40&recorduid=PSS-2021-13054&keyword=PSS](http://www2.gov.bc.ca/enSearch/detail?id=7AFDBC16F15F42E289E9F7DDB0F80C40&recorduid=PSS-2021-13054&keyword=PSS)

Ministère de la Sécurité publique et du Solliciteur général de la Colombie-Britannique. « In regard to the extreme heat across British Columbia this summer 2021, Any and all correspondence or emails sent or received by the Wardens and HQ staff in relation to preparing for the extreme heat and impacts to infrastructure; Purchasing records of equipment to reduce impact of heat wave, i.e. air conditioners and/or fans purchases; All complaints by staff and individuals in custody (or by the public on behalf of individuals in custody) related to the extreme heat; Any documentation of protests, riots, strikes, or acts of defiance. This request is limited to centres without built-in air conditioning systems. Exclude portions of records not related to request as non responsive (NR). » Victoria, BC. Publié en vertu de la Loi sur l'accès à l'information. FOI:PSS-2021-15530. <https://www2.gov.bc.ca/enSearch/detail?id=7AFDBC16F15F42E289E9F7DDB0F80C40&recorduid=PSS-2021-15530&keyword=PSS&keyword=15530>

Ministère des Transports et des Infrastructures de la Colombie-Britannique. 2019. *Resilient Infrastructure Engineering Design - Adaptation to the Impacts of Climate Change and Weather Extremes*. Victoria, BC. <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/driving-and-transportation/transportation-infrastructure/engineering-standards-and-guidelines/technical-circulars/2019/t04-19.pdf>

Ministère des Transports et des Infrastructures de la Colombie-Britannique. 2022. Communication par courriel entre l'Institut climatique du Canada et le ministère des Transports et des Infrastructures en octobre 2022.

Ministère des Transports et des Infrastructures Turkey Association and B.C. Turkey Marketing Board. 2021. *2021 Annual Report*. Abbotsford, BC. <http://www.B.C.turkey.com/resources/documents/2021AGMREPORT.pdf>

Ministère du Logement de la Colombie-Britannique. 2021. *Existing Buildings Renewal Strategy: Engagement Summary*. Victoria, BC. <https://www2.gov.B.C.ca/gov/content/industry/construction-industry/building-codes-standards/existing-buildings>

National Weather Service. 2023. « Heat Watch vs. Warning. » <https://www.weather.gov/safety/heat-ww#:~:text=A%20Heat%20Advisory%20is%20issued,of%20extremely%20dangerous%20heat%20conditions>. (25 avril 2023).

Nesbit, B. 2021. « Hundreds Without Power Across Lower Mainland as Heat Wave Wreaks Havoc. » *CTV News*. Vancouver, BC. <https://bc.ctvnews.ca/hundreds-without-power-across-lower-mainland-as-heat-wave-wreaks-havoc-1.5487948>

Ness, Ryan, Dylan G. Clark, Julien Bourque, Dena Coffman et Dale Beugin. 2021. *Submergés : Les coûts des changements climatiques pour l'infrastructure au Canada*. Institut canadien pour des choix climatiques. Ottawa (Ontario). <https://institutclimatique.ca/reports/submerges/>

Oliver-Smith, A., I. Alcántara-Ayala, I. Burton et A. Lavell. 2016. *Forensic Investigations of Disasters (FORIN): A Conceptual Framework and Guide to Research*. Integrated Research

on Disaster. Pékin, Chine. Risk <https://www.preventionweb.net/publication/forensic-investigations-disasters-forin-conceptual-framework-and-guide-research#:~:text=The%20Forensic%20Investigations%20of%20Disasters,causes%20and%20consequences%20of%20disasters>.

Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). 2020. *Resilience to Natural Disasters in Canada*. Dans Strengthening Agricultural Resilience in the Face of Multiple Risks. Éditions de l'OCDE. Paris, France. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/d1b84788-en/index.html?itemId=/content/component/d1b84788-en>

Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). 2011. *Manuel d'enquête sur les accidents et incidents d'aviation : Partie III – Enquête*. Montréal, QC. <https://store.icao.int/en/manual-of-aircraft-accident-and-incident-investigation-part-iii-investigation-doc-9756-part-3>

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 2022. *Aquaculture Insurance for Small-Scale Producers*. Rome, Italie. <https://www.fao.org/3/ca8663en/CA8663EN.pdf>

Organisation internationale du Travail. 2019. *Working on a Warming Planet: The Impact of Heat Stress on Labour Productivity and Decent Work*. Genève, Suisse. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms\\_711919.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_711919.pdf)

Organisation mondiale de la santé (OMS). 2015. *Cadre opérationnel pour renforcer la résilience des systèmes de santé face au changement climatique*. Genève, Suisse. <https://www.who.int/fr/publications/i/item/operational-framework-for-building-climate-resilient-health-systems>

Penticton Western News. 2021. « Heat Wave: Okanagan Group Concerned About 'Miserable' Conditions for Migrant Workers. » Penticton, BC. <https://www.pentictonwesternnews.com/news/heat-wave-okanagan-group-concerned-about-miserable-conditions-for-migrant-workers/>

Philip, S.Y., S.F. Kew, G.J. Van Oldenborgh, F.S. Anslow, S.I. Seneviratne, R. Vautard, D. Coumou, K.L. Ebi, J. Arrighi, R. Singh, M. Van Aalst, C. Pereira Marghidan, M. Wehner, W. Yang, S. Li, D.L. Schumacher, M. Hauser, R. Bonnet, L.N. Luu, ... F.E.L. Otto 2022. « Rapid Attribution Analysis of the Extraordinary Heat Wave on the Pacific Coast of the US and Canada in June 2021. » *Earth System Dynamics*, 13, 1689–1713. <https://doi.org/10.5194/esd-13-1689-2022>

Phillips, W., B. Cocks et C. Manthey. 2022. « Ambulance Ramping Predicts Poor Mental Health of Paramedics. » *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1037/tra0001241>

Provincial Health Services Authority et services de santé d'urgence de la Colombie-Britannique. 2021. *Request for Information - Rotary Wing Air Ambulance Services: RFI PHSA RWAA150221*. Vancouver, BC. [https://bcbid.gov.bc.ca/page.aspx/en/bpm/process\\_manage\\_extranet/143992](https://bcbid.gov.bc.ca/page.aspx/en/bpm/process_manage_extranet/143992)

Raymond, W.W., J.S. Barber, M.N. Dethier, H.A. Hayford, C.D.G. Harley, T.L. King, B. Paul et coll. 2022. « Assessment of



- the Impacts of an Unprecedented Heatwave on Intertidal Shellfish of the Salish Sea. » *Ecology* 103 (octobre) : e3798. <https://doi.org/10.1002/ecy.3798>
- Ressources naturelles Canada. 2015. *Introduction – Colombie-Britannique*. Ottawa, ON. <https://ressources-naturelles.canada.ca/changements-climatiques/impacts-adaptation/introduction-colombie-britannique/10396>
- Rezaei, M. et H. Dowlatabadi. 2016. « Off-Grid: Community Energy and the Pursuit of Self-Sufficiency in British Columbia's Remote and First Nations Communities. » *Local Environment*, 21(7), 789-807. <https://doi.org/10.1080/13549839.2015.1031730>
- Rosenzweig, C., W. Solecki, G. Parshall, S. Gaffin, B. Lynn, R. Goldberg, J. Cox et S. Hodges 2006. *Mitigating New York City's Heat Island with Urban Forestry, Living Roofs, and Light Surfaces*. Consulté le 15 mars 2023, à l'adresse suivante [https://www.researchgate.net/publication/242139673\\_Mitigating\\_New\\_York\\_City's\\_heat\\_island\\_with\\_urban\\_forestry\\_living\\_roofs\\_and\\_light\\_surfaces](https://www.researchgate.net/publication/242139673_Mitigating_New_York_City's_heat_island_with_urban_forestry_living_roofs_and_light_surfaces)
- Salehi, L., P. Phalpher, R. Valani, C. Meaney, Q. Amin, K. Ferrari et M. Mercuri 2018. « Emergency Department Boarding: A Descriptive Analysis and Measurement of Impact on Outcomes. » *Canadian Journal of Emergency Medicine*, 20(6), 929–937. <https://doi.org/10.1017/cem.2018.18>
- Santamouris, M. 2014. « Cooling the Cities - A Review of Reflective and Green Roof Mitigation Technologies to Fight Heat Island and Improve Comfort in Urban Environments. » *Solar Energy* 103: 682-703. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003>
- Santé Canada. 2011. *Lignes directrices à l'intention des travailleurs de la santé pendant les périodes de chaleur accablante : Un guide technique*. Ottawa, ON. [https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt\\_formats/pdf/pubs/climat/workers-guide-travailleurs/extreme-heat-chaleur-accablante-fra.pdf](https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/climat/workers-guide-travailleurs/extreme-heat-chaleur-accablante-fra.pdf)
- Schwaab, J., R. Meier, G. Mussetti, S. Seneviratne, C. Bürgi et E.L. Davin 2021. « The Role of Urban Trees in Reducing Land Surface Temperatures in European Cities. » *Nature Communications* 2021 12:1, 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26768-w>
- Service correctionnel Canada. 2015. *Technical Criteria for Correctional Institutions*. Ottawa (Ontario).
- Services aux Autochtones Canada (SAC). 2018. « Prévention et gestion des maladies chroniques dans les communautés des Premières nations : un cadre d'orientation. » [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2018/aanc-inac/H34-313-1-2017-fra.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2018/aanc-inac/H34-313-1-2017-fra.pdf)
- Setsohbonkul, S., S. Kaewunruen et J.M. Sussman 2017. « Life Cycle Assessments of Railway Bridge Transitions Exposed to Extreme Climate Events. » *Frontiers in Built Environment*, 3, 35. <https://doi.org/10.3389/FBUIL.2017.00035/BIBTEX>
- Sikorsky. 2007. *Sikorsky S-76C++TM : Helicopter Executive Transport Mission*.
- Smart, A. 2022. « Vancouver Island Villages Without Power for Days, Northern B.C. Under Weather Warning. » *The Canadian Press*. Vancouver, BC. <https://vancouverisland.ctvnews.ca/vancouver-island-villages-without-power-for-days-northern-b-c-under-weather-warning-1.5733000>
- Statistique Canada. 2016. « Tableau 15.7 : Superficie en terre et en eaux douces, par province et territoire. » <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-402-x/2010000/chap/geo/tbl/tbl07-fra.htm>
- Statistique Canada. 2022a. « Statistiques sur la main-d'œuvre agricole et agroalimentaire. » <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/220613/dq220613d-fra.htm>
- Statistique Canada. 2022b. « Dépenses d'exploitation agricoles et frais d'amortissement. » <https://doi.org/10.25318/3210004901-fra>
- Statistique Canada. 2022c. *Alors que les postes vacants sont nombreux et que le taux de chômage est à un niveau historiquement bas, le Canada fait face à une vague record de retraites au sein d'une main-d'œuvre qui vieillit : le nombre de personnes de 65 ans et plus a crû six fois plus vite que celui des enfants de 0 à 14 ans*. Ottawa, ON. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/220427/dq220427a-fra.htm>
- Statistique Canada. 2022d. *Croissance démographique dans les régions rurales du Canada, 2016 à 2021*. Ottawa, ON. <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2021/as-sa/98-200-x/2021002/98-200-x2021002-fra.cfm>
- Statistique Canada. 2023a. « Profil du recensement, 2021 – Sud-ouest Colombie-Britannique » <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2021/dppd/prof/details/page.cfm?Lang=F&SearchText=Lower%20Mainland--Southwest&DGUIDlist=2021S05005920&GENDERlist=1,2,3&STATISTIClist=1&HEADERlist=0>
- Statistique Canada. 2023b. « Profil du recensement, 2021 – Province de la Colombie-Britannique. » <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2021/dp-pd/prof/details/page.cfm?Lang=F&SearchText=British%20Columbia&DGUIDlist=2021A000259&GENDERlist=1,2,3&STATISTIClist=1&HEADERlist=0>
- Statistique Canada. 2023c. « Tableau 32-10-0364-01 : Superficie, production et valeur à la ferme des fruits commercialisés. » <https://doi.org/10.25318/3210036401-fra>
- Statistique Canada. 2023e. « Nombre provisoire de décès hebdomadaires, selon le groupe d'âge et le sexe. » <https://doi.org/10.25318/1310076801-fra>
- Stewart, R.E., D. Betancourt, J.B. Davies, D. Harford, Y. Klein, R. Lannigan, L. Mortsch, E. O'Connell, K. Tang et P.H. Whitfield. 2017. « A Multi-Perspective Examination of Heat Waves Affecting Metro Vancouver: Now into the Future. » *Natural Hazards* 87 (juin) : 791-815. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-2793-7>
- Thiessen Marten, J.R., M.H. Entz et M.D. Wonneck 2015. « Review: Redesigning Canadian Prairie Cropping Systems for Profitability, Sustainability, and Resilience. » *Canadian Journal of Plant Science*, 95, 1049–1072. <https://doi.org/10.4141/CJPS-2014-173>
- Thornton, P., G. Nelson, D. Mayberry et M. Herrero. 2021. « Increases in Extreme Heat Stress in Domesticated Livestock



### from-heat-stress

WorkSafeBC. 2023. Communication par courriel entre l'Institut climatique du Canada et WorkSafeBC en février 2023.

Yumagulova, LT. Okamoto, E. Crawford et K. Klein. 2022. *Lived Experience of Extreme Heat in B.C.: Final Report to the Climate Action Secretariat*. Gouvernement de la Colombie-Britannique. Victoria, BC. [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/adaptation/resources/lived\\_experience\\_of\\_extreme\\_heat\\_in\\_b.c.\\_final\\_report.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/adaptation/resources/lived_experience_of_extreme_heat_in_b.c._final_report.pdf)

Zhang, X., G. Flato, M. Kirchmeier-Young, L. Vincent,

H. Wan, X. Wang, R. Rong, J. Fyfe, G. Li, V.V. Kharin (2019): *Les changements de température et de précipitations au Canada*; Chapitre 4 dans E. Bush et D.S. Lemmen (éd.) Rapport sur le climat changeant du Canada. Gouvernement du Canada, Ottawa, ON. <https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/chapitre/4-0/>