

Les répercussions des changements climatiques sur la SST : état des lieux et pistes d'action

Sophie De Serres, Alain Marchand

Institut de recherche Robert Sauvé en santé et en sécurité
du travail (IRSST)

QR-1240-fr





NOS RECHERCHES travaillent pour vous!

Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

Pour en savoir plus

Visitez notre dépôt institutionnel PhareSST! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement.

www.pharesst.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement :

- au magazine Prévention au travail, publié conjointement par l'Institut et la CNESST (preventionautravail.com)
- au bulletin électronique [InfoIRSST](#)

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2026
ISBN 978-2-89797-339-1 (PDF)

<https://doi.org/10.70010/SSET9473>

Divulgarion de l'utilisation de
l'intelligence artificielle générative (IAG)



Aucune
IAG utilisée

© Institut de recherche Robert-Sauvé en santé
et en sécurité du travail, 2026

Ce document est sous une licence Creative Commons.
[Attribution - Utilisation non commerciale - Pas d'œuvre dérivée 4.0 International](#). Cette licence autorise l'utilisation et le partage du document, à condition que l'IRSST soit cité en tant que source, que le contenu est diffusé sans modification et qu'il est utilisé à des fins non commerciales. Si vous souhaitez modifier son contenu ou l'utiliser à des fins commerciales, veuillez contacter : publications@irsst.qc.ca



IRSST — Service des communications et des relations publiques
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec) H3A 3C2
Téléphone : 514 288-1551
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca

Note au lectorat

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des autrices et auteurs. Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document n'ont pas fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information. Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle. Cette publication est disponible en version PDF sur le dépôt institutionnel de l'IRSST (PhareSST).

Cadre de référence pour la recherche en SST



Prévention des atteintes à l'intégrité physique et psychique



Réadaptation, retour et maintien au travail



Surveillance et prospection des données en SST



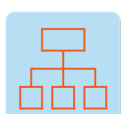
Identification des dangers, estimation et évaluation des risques



Élimination des dangers et maîtrise des risques



Métrologie appliquée à la SST



Organisation du travail



Santé mentale et psychologique



Population, société et SST

RAPPORT SCIENTIFIQUE

Les répercussions des changements climatiques sur la SST : état des lieux et pistes d'action

Sophie De Serres, Ph. D.

Adjointe au directeur scientifique, Direction de la recherche

Alain Marchand, Ph. D.

Directeur scientifique, Direction de la recherche

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier chaleureusement Bénédicte Nauche, conseillère en veille et information scientifique au centre de documentation de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), pour l'élaboration de la stratégie de recherche bibliographique et le repérage des sources documentaires. Son savoir-faire et sa disponibilité ont grandement facilité notre travail.

Nous souhaitons également remercier Catherine Dufresne et Samuel Hébert du centre de documentation de l'IRSST pour leur contribution à la récupération des articles et rapports scientifiques.

SOMMAIRE

Cet état des lieux expose les répercussions multidimensionnelles des changements climatiques (CC) sur la santé et la sécurité du travail (SST), en se concentrant sur les contextes nord-américain et européen. L'augmentation de la température moyenne mondiale, qui atteint désormais +1,2 °C par rapport à l'ère préindustrielle, transforme les conditions de travail et exacerbe les dangers professionnels existants. Le stress thermique induit par la chaleur excessive provoque des pathologies allant de l'épuisement au coup de chaleur mortel, tout en dégradant la vigilance et en augmentant le risque de blessures traumatiques. Au-delà des atteintes physiques, les CC aggravent les risques psychosociaux, engendrant de l'écoanxiété, de la détresse psychologique et une baisse du bien-être émotionnel chez les travailleurs. L'intensification des événements météorologiques extrêmes, tels que les inondations, les vagues de chaleur intense et les feux de forêt, menace l'intégrité des intervenants de première ligne et entraînent d'importantes pertes économiques dans les secteurs primaires (ex. agriculture, élevage, foresterie), en réduisant les revenus, en fragilisant la viabilité des exploitations et en affaiblissant la productivité de la main-d'œuvre. Parallèlement, le réchauffement favorise l'expansion géographique de vecteurs biologiques, accroissant l'incidence de maladies comme la maladie de Lyme ou l'infection au virus du Nil occidental. La dégradation de la qualité de l'air, marquée par une hausse de l'ozone troposphérique et des particules fines, augmente les risques de troubles cardiopulmonaires et de cancers. Également, l'exposition accrue au rayonnement UV solaire est identifiée comme une cause majeure de cancers cutanés chez les individus travaillant en extérieur.

Les secteurs de l'agriculture, de la pêche commerciale, de la foresterie et de la construction sont particulièrement vulnérables en raison de l'exigence physique des tâches effectuées en extérieur. La vulnérabilité est amplifiée par des facteurs aggravants tels que la précarité de l'emploi, l'âge, l'état de santé préexistant et le port d'équipements de protection individuelle qui entravent la thermorégulation. La complexité des interrelations entre les risques est soulignée. Par exemple, en période de chaleur intense, la toxicité des agents chimiques est amplifiée par une absorption cutanée et respiratoire accrue. La gestion de ces risques nécessite une approche hiérarchisée, privilégiant les mesures d'ingénierie et d'organisation du travail, comme l'ajustement des horaires, l'aménagement d'espaces extérieurs ombragés ou intérieurs bien ventilés et climatisés, et intégrant également des interventions individualisées selon les circonstances de l'exposition pour les travailleurs. Une transition d'une gestion de crise vers une prévention structurelle et intégrée dans les politiques publiques est jugée impérative pour assurer la résilience des milieux de travail. Enfin, le renforcement de la recherche multidisciplinaire et de la surveillance épidémiologique sont essentiels pour adapter les interventions aux réalités locales et aux groupes les plus exposés.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. STRESS THERMIQUE AU TRAVAIL	4
1.1 Hausse des températures moyennes.....	4
1.2 Conséquences SST.....	5
1.2.1 Intégrité physique.....	5
1.2.2 Impacts sur la sécurité et sur la vigilance	7
1.2.3 Exacerbation des risques psychosociaux (RPS) et atteinte à la santé mentale	8
2. ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES	10
2.1 Intensification des événements météorologiques extrêmes (EME)	10
2.1.1 Vagues de chaleur	10
2.1.2 Sécheresses.....	10
2.1.3 Feux de forêt	11
2.1.4 Orages violents et tempêtes	11
2.1.5 Inondations.....	12
2.2 Conséquences SST.....	12
2.2.1 Intégrité physique.....	12
2.2.2 Intégrité psychique	13
3. MALADIES À TRANSMISSION VECTORIELLE	15
3.1 Augmentation du risque professionnel d'infection	15
3.2 Conséquences SST.....	18
3.2.1 Intégrité physique.....	18
3.2.2 Intégrité psychique	19
3.2.3 Fardeau économique pour les entreprises et la société.....	19
4. POLLUTION DE L'AIR	21
4.1 Exposition accrue à des substances toxiques et pathogènes.....	21
4.1.1 Augmentation de l'ozone troposphérique (ozone au sol)	21
4.1.2 Augmentation des particules fines (PM _{2.5})	22
4.1.3 Effets sur les allergènes aéroportés et sur la qualité de l'air intérieur	23
4.2 Conséquences SST.....	23
4.2.1 Intégrité physique.....	23

5.	RAYONNEMENT UV SOLAIRE	26
5.1	Augmentation de l'exposition aux rayons UV solaires	26
5.2	Conséquences SST	27
5.2.1	Intégrité physique	27
5.2.2	Impact économique et sur la qualité de vie	28
6.	SECTEURS, CIRCONSTANCES D'EXPOSITION ET FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ ET DE PROTECTION.....	30
6.1	Travail en extérieur : point commun de l'exposition aux risques climatiques	30
6.2	Populations de travailleurs les plus exposées	31
6.2.1	Agriculture et élevage	31
6.2.2	Foresterie	32
6.2.3	Pêche commerciale	33
6.2.4	Construction	34
6.2.5	Services d'urgence et interventions de première ligne	34
6.2.6	Services des travaux publics et aménagement paysager	35
6.2.7	Transports	35
6.2.8	Mines	36
6.2.9	Santé et services sociaux	36
6.2.10	Soins vétérinaires et transformation alimentaire animale	36
6.2.11	Travail en milieu intérieur chaud	36
6.2.12	Autres secteurs d'activité en plein air	37
6.3	Approche par circonstances d'exposition	38
6.4	Facteurs aggravants et facteurs de protection	39
7.	COMPLEXITÉ DES INTERRELATIONS ENTRE LES RISQUES CLIMATIQUES	44
7.1	Nature multifactorielle et interconnectée des risques	44
7.2	Impacts existentiels (solastalgie) et liés à l'incertitude (écoanxiété)	45
7.3	Effets indirects des CC : enjeux complexes	45
8.	STRATÉGIES DE GESTION ET DE PRÉVENTION DES RISQUES.....	47
8.1	Surveillance épidémiologique et climatique.....	47
8.2	Évaluation des risques.....	48
8.3	Gestion des risques	49
8.3.1	Décloisonnement et intégration des politiques.....	49
8.3.2	Mesures d'ingénierie	50
8.3.3	Mesures administratives et organisationnelles.....	52

8.3.4 Interventions individuelles et personnelles.....	54
9. PISTES DE RECHERCHE.....	58
CONCLUSION.....	62
BIBLIOGRAPHIE	64

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Compilation des secteurs d'activités exposés aux risques climatiques38

LISTE DES ACRONYMES, SIGLES ET ABRÉVIATIONS

Acronyme	Définition
ACSP	Association canadienne de santé publique
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
AQML	Association québécoise de la maladie de Lyme
BPCO	Bronchopneumopathie chronique obstructive
CBC	Carcinome basocellulaire
CC	Changement climatique
CCHST	Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail
CEC	Carcinome épidermoïde
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
CO	Monoxyde de carbone
CO ₂	Dioxyde de carbone
COV	Composé organique volatil
CPNM	Cancers de la peau non mélanomateux
CSERCan	Cohortes santé et environnement du recensement canadien
DES	Dose érythémale standard
ECCC	Environnement et changement climatique Canada
EEA	European Environment Agency
EME	Événements météorologiques extrêmes

Acronyme	Définition
EPI	Équipement de protection individuelle
ETUI	European Trade Union Institute
EU-OSHA	Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
HEPA	High-Efficiency Particulate Air
IASB	Institut royal d'aéronomie Spatiale de Belgique
ILO	International Labour Organization (nom anglais de l'OIT)
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
IPCC	International Panel on Climate Change (nom anglais du GIEC)
IRSST	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail
ML	Maladie de Lyme
MTV	Maladie à transmission vectorielle
NO _x	Oxydes d'azote
O ₃	Ozone
OIT	Organisation internationale du travail
OMM	Organisation météorologique mondiale
OMS	Organisation mondiale de la Santé
OSHA	Occupational Safety and Health Administration

Acronyme	Définition
PM _{2.5}	Particule fine
PUF	Particule ultrafine
ROS	Espèce réactive de l'oxygène
RPS	Risques psychosociaux
SST	Santé et sécurité du travail
USGCRP	US Global Change Research Program
UV	Ultraviolet
VET	Virus de l'encéphalite à tiques
VNO	Virus du Nil occidental
WHO	World Health Organization

INTRODUCTION

Mise en contexte de cet état des lieux

En 2026, les changements climatiques (CC) ne sont plus une menace future, mais une réalité qui transforme le monde du travail. Les causes sont bien identifiées (gaz à effet de serre (GES)), déforestation, pratiques industrielles) et les effets ne se limitent plus à des projections : ils sont tangibles et influencent directement la santé, la sécurité et la productivité des travailleurs.

La température moyenne mondiale a augmenté de +1,2 °C par rapport à l'ère préindustrielle (1850-1900) (Herry, 2025) et l'Europe connaît un réchauffement encore plus marqué à +1,9 °C (Météo-France, 2025). Au Canada, les températures annuelles moyennes de l'ensemble du pays ont augmenté de 2,1 °C entre 1948 et 2024, alors que celles du sud du Québec ont accru de 1,6 °C pour la même période (Environnement et changement climatique Canada [ECCC], 2025). Par ailleurs, selon l'Organisation météorologique mondiale (OMM), une institution spécialisée des Nations Unies, les trois dernières années (2023 à 2025) ont été les trois années les plus chaudes jamais enregistrées (OMM, 2026). Or, l'enjeu central des négociations qui se sont tenues à la fin de l'année 2025 au Brésil (COP30) était de maintenir la hausse moyenne mondiale en dessous de 1,5 °C, une cible établie dans le cadre de l'Accord de Paris en 2015 (de Carvalho, 2025).

Par conséquent, le climat change à l'échelle mondiale et avec lui, les conditions dans lesquelles les travailleurs évoluent. De nos jours, il n'est plus possible de penser à la santé et à la sécurité du travail (SST) sans intégrer les impacts climatiques. Les répercussions des CC, sur les milieux de travail, sont variées, exacerbant souvent des dangers professionnels déjà connus (Ferrari *et al.*, 2023; Schulte *et al.*, 2016). Les travailleurs constituent une population particulièrement vulnérable étant donné qu'elle est exposée quotidiennement et souvent de manière plus intense aux conditions climatiques adverses que la population générale (Adam-Poupart *et al.*, 2012; Ferrari *et al.*, 2023; Schulte *et al.*, 2016). Il est à noter que l'exposition aux CC des travailleurs est inégale, les plus exposés étant les travailleurs en extérieur, qui exercent souvent des activités physiquement exigeantes, comme l'agriculture, la construction et les transports. Les personnes travaillant dans des environnements intérieurs chauds (ex. : fonderies, aciéries, boulangeries) ou des espaces clos mal ventilés et dépourvus de climatisation adéquate, ou celles effectuant des tâches qui les exposent à des conditions météorologiques extrêmes comme les secouristes, sont également à risques (U.S. Global Change Research Program [USGCRP], 2016, chapitre 9 ; Scott *et al.*, 2024).

L'augmentation de la température moyenne est l'impact des CC le plus étudié (Ferrari *et al.*, 2023), avec des conséquences sur la santé physique (maladies liées à la chaleur, effets physiologiques, problèmes chroniques et absorption de produits toxiques), des

conséquences sur la santé mentale (perte de concentration, confusion, anxiété ou irritabilité, dépression) ainsi que des conséquences sur la sécurité et sur la productivité (accidents et blessures, performance et productivité) (Amoadu *et al.*, 2023; Aylward *et al.*, 2022). Parmi les autres conséquences des CC, on retrouve notamment l'intensification de phénomènes météorologiques extrêmes (tempêtes et orages violents, inondations, vagues de chaleur, sécheresses et intensification des feux de forêt), la propagation accrue de maladies vectorielles transmissibles (ex. zoonoses), l'augmentation de la pollution de l'air, ainsi que l'intensification du rayonnement ultraviolet (UV). Par ailleurs, certains impacts des CC sur les travailleurs sont moins directs. Ils découlent de la dégradation de l'environnement bâti, des perturbations sur les ressources naturelles, et de l'effort de transition énergétique qui entraîne l'émergence d'industries dites « vertes » (éolien, recyclage, etc.).

Objectif

Cet état des lieux a pour objectif de dresser un portrait synthétique des effets des CC sur la santé et la sécurité des travailleurs, en mettant l'accent sur les contextes de l'Amérique du Nord et de l'Europe. À partir d'une recension des écrits scientifiques, ce travail vise à approfondir la compréhension des répercussions actuelles et projetées des CC sur la SST, à dégager des pistes d'action prioritaires pour soutenir les milieux de travail dans la gestion des risques climatiques, et à identifier des axes de recherche permettant d'explorer davantage les liens entre les CC et la SST.

Méthodologie et limites du rapport

Ce portrait a été élaboré à partir d'articles scientifiques publiés principalement entre janvier 2020 et juillet 2025, portant sur les principales évolutions climatiques et sur leurs répercussions sur la santé et la sécurité des travailleurs. Une recherche bibliographique menée dans la base de données Scopus a d'abord permis d'identifier près d'une centaine d'articles, principalement des revues de connaissances (reviews) sur le sujet. Quelques publications supplémentaires parues avant et après la période mentionnée ci-dessus ont également été consultées.

Les informations retenues proviennent aussi de documents, rapports ou études publiés par des organismes spécialisés en SST ou dans le domaine du travail - par exemple, le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST), l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (EU-OSHA) et l'Organisation internationale du travail (OIT). Elles émanent également de certaines organisations ayant pour mandat d'évaluer les connaissances scientifiques et techniques relatives à l'évolution du climat, tant à l'échelle provinciale qu'internationale, comme Ouranos, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) ou le US Global Change Research Program (USGCRP).

Bien que les CC se manifestent à l'échelle mondiale, leurs effets diffèrent considérablement selon les zones climatiques, tant par leur nature que par leur intensité. Les régions tempérées, telles que l'Europe et l'Amérique du Nord, sont généralement confrontées à des impacts plus graduels et moins extrêmes que ceux observés dans les régions tropicales et subtropicales, tandis que les zones polaires et nordiques connaissent un réchauffement plus rapide que la moyenne mondiale, entraînant des transformations profondes des écosystèmes (Scott *et al.*, 2024). Dans ce contexte, la présente recherche s'est principalement intéressée aux répercussions des CC propres aux pays situés en zones tempérées, dans le but de proposer des orientations en matière de politiques organisationnelles, de prévention et de recherche adaptées aux réalités locales. À titre complémentaire, certaines publications issues de régions caractérisées par des climats plus chauds ont été consultées afin d'en extraire des informations jugées pertinentes, notamment en ce qui concerne certaines bonnes pratiques et stratégies innovantes. Par conséquent, le présent travail ne constitue pas une revue exhaustive de l'ensemble des écrits portant sur les CC et leurs effets sur la santé et la sécurité des travailleurs, ce qui en circonscrit la portée.

Organisation du rapport

Les sections suivantes abordent, dans un premier temps, cinq effets directs des CC sur la santé et la sécurité des travailleurs soit le stress thermique (section 2), les événements météorologiques extrêmes (section 3), les maladies à transmission vectorielle (section 4), la pollution de l'air (section 5) et l'exposition au rayonnement ultraviolet (UV) solaire (section 6). Les populations de travailleurs exposés, les circonstances d'exposition et les facteurs de vulnérabilité et de protection sont ensuite examinés (section 7). L'analyse se poursuit par une réflexion sur la complexité des enjeux associés aux risques professionnels dans un contexte de CC (section 8), suivie d'une présentation des stratégies de gestion et de prévention des risques (section 9), puis de propositions de pistes de recherche (section 10).

1. STRESS THERMIQUE AU TRAVAIL

1.1 Hausse des températures moyennes

Les changements climatiques (CC) constituent le principal facteur à l'origine de la hausse des températures mondiales et de l'intensification des épisodes de chaleur extrême (Flouris *et al.*, 2025). Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), les CC ont entraîné une augmentation significative de la température moyenne mondiale de 1,1 °C par rapport à l'ère préindustrielle (1850-1900) (International Panel on Climate Change [IPCC], 2023). La tendance actuelle montre que la hausse des températures moyennes mondiales ainsi que la fréquence, l'intensité et la durée accrues des événements de chaleur extrême (vagues de chaleur) se poursuivront si des actions mondiales ne sont pas prises (Amoadu *et al.*, 2023 ; Flouris *et al.*, 2025). L'Agence européenne de l'environnement prévoit d'ailleurs une augmentation constante des températures moyennes et des vagues de chaleur plus fréquentes et intenses (Cefaliello, 2023). En Italie, les prévisions suggèrent une augmentation des températures moyennes de 2 °C d'ici 2021-2050 et de 5 °C d'ici la fin du siècle (Filomena et Picchio, 2023). De plus, si le taux de réchauffement de la planète se maintient, une hausse de la température globale de 1,5 °C pourrait être atteinte dès 2030 (par rapport à l'ère préindustrielle), soit dix ans plus tôt qu'estimé auparavant (Lamy *et al.*, 2022).

Pour le Canada, le taux de réchauffement estimé entre 1948 et 2016 se situait à environ deux fois la moyenne mondiale, soit une augmentation de 1,7 °C de la température moyenne annuelle pour l'ensemble du pays, comparativement à une augmentation de 0,8 °C à l'échelle mondiale. Les périodes de chaleur accablante sont également devenues plus intenses et fréquentes dans la plupart des provinces pendant cette période (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021). Au Québec, la projection de la température maximale journalière en été, à l'horizon 2050 (par rapport à 1950), se situe entre 2,6 et 3,2 °C d'augmentation, alors que cette projection se situe entre 3,0 et 3,5 °C pour la région de Montréal¹.

¹ Calcul effectué à partir du format « Graphique » de la plateforme *Portraits climatiques* d'Ouranos, avec les paramètres suivants :

- Région : Province de Québec ou Montréal/Laval
- Indicateur climatique : Température maximale
- Saison : Été (juin, juillet, août)
- Écart entre le scénario d'émissions de GES « Modérées » et le scénario d'émissions de GES « Très élevées »

https://portraits.ouranos.ca/fr/temporal?e=CMIP6&i=tx_mean&opacity=1&r=qc000&s=JJA&vtype=abs&w=0

L'influence des CC sur le prolongement de la saison chaude peut entraîner des effets sur l'organisation du travail, tels que des pics d'activités plus précoces ou qui se poursuivent après la période habituelle. L'augmentation en nombre ou en intensité de ce phénomène pourrait également accroître la charge de travail ainsi que le sentiment d'insécurité d'emploi pour certains travailleurs, comme les agriculteurs et les employés de petites entreprises. De plus, certaines études font état d'un lien entre l'augmentation de la température extérieure et les conflits ou violences interpersonnelles (Applebaum *et al.*, 2016).

1.2 Conséquences SST

Avec la modification de la fréquence et de l'intensité de certains aléas climatiques et l'évolution de l'environnement biologique et chimique, la hausse des températures est l'une des trois principales conséquences des CC qui augmente les risques professionnels. L'exposition à des températures élevées sans les précautions nécessaires se traduit par un stress thermique, soit une tension induite par la chaleur (coups de chaleur, épuisement, étourdissements, etc.) (Benhamou et Flamand, 2023 ; Cefaliello, 2023).

D'après l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) en France, les risques professionnels associés à la chaleur apparaissent dès 28 °C pour un travail nécessitant une activité physique, et à partir de 30 °C pour une activité sédentaire (Brasseur *et al.*, 2021). Les résultats d'une méta-analyse regroupant une centaine d'études réalisées sur trente pays ont indiqué que même les personnes exposées à des conditions thermiques situées entre 22 et 25 °C (ce qui est en deçà du seuil mentionné ci-dessus) sont quatre fois plus susceptibles de subir un stress thermique, en fonction de l'intensité de leur travail (Flouris *et al.*, 2018). Pour la période 2001-2016 au Canada, une étude réalisée dans cinq provinces (Québec, Ontario, Manitoba, Saskatchewan et Alberta) a montré que chaque augmentation de 1 °C de la température maximale quotidienne, en été, s'est accompagnée d'une augmentation de 28 à 51 % (selon la province et l'indicateur thermique utilisé) du nombre journalier de réclamations acceptées pour des problèmes de santé liés à la chaleur (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021).

La hausse des températures engendrée par les CC affecte les travailleurs de manière multidimensionnelle, entraînant des conséquences graves pour leur santé physique et mentale, leur sécurité et leur productivité économique.

1.2.1 Intégrité physique

L'exposition à la chaleur excessive a des effets physiologiques importants pouvant provoquer des problèmes allant de légers à mortels (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021 ; Flouris *et al.*, 2025 ; Notley *et al.*, 2025). L'organisme humain est homéotherme et tente de maintenir sa température centrale relativement constante, proche de 37 °C. Cependant, une ambiance thermique chaude peut dépasser les capacités d'adaptation physiologiques du corps (Robert *et al.*, 2019). Dès 1969, l'Organisation mondiale de la

Santé (OMS) a recommandé des limites pour éviter la contrainte thermique : la température centrale ne doit pas dépasser 38 °C et l'écart entre les températures centrales avant et après l'exposition ne doit pas dépasser 1 °C (World Health Organization [WHO], 1969). Pour compenser l'apport de chaleur, le corps réagit en augmentant l'évacuation de la chaleur par différents mécanismes dont la vasodilatation cutanée, une augmentation du débit cardiaque et la sudation (ou transpiration). Ce dernier mécanisme, la sudation ou l'évaporation à la surface de la peau, est d'ailleurs le moyen le plus efficace pour le corps de perdre de la chaleur (Robert *et al.*, 2019).

Parmi les affections directement liées à la chaleur, on retrouve, par ordre de gravité croissante :

- **Dermite de chaleur** : Éruption cutanée irritante sur les parties couvertes, liée à la macération de la sueur ;
- **Œdème des extrémités** : Gonflement des membres inférieurs dû à la vasodilatation périphérique qui entrave le retour veineux ;
- **Crampes de chaleur** : Spasmes musculaires douloureux accompagnés d'une transpiration intense, favorisés par l'effort physique et dus à une déshydratation entraînant un déséquilibre électrolytique (sodium, potassium, magnésium, calcium) ;
- **Syncope** : Perte de connaissance brève causée par l'hypotension orthostatique, survenant à l'arrêt d'un effort physique intense dans la chaleur ;
- **Syndrome d'épuisement-déshydratation** : État plus grave apparaissant en quelques jours à la suite d'une perte excessive d'eau et de sels. Il comprend une sensation de fatigue généralisée, une transpiration abondante, des maux de tête, des nausées, des syncopes, des troubles du sommeil et du comportement, sans toutefois inclure de signes de trouble neurologique. La température corporelle peut dépasser 38 °C, mais doit rester inférieure à 40 °C ;
- **Coup de chaleur** : C'est une urgence médicale vitale, car il s'agit d'une défaillance aiguë de la thermorégulation associant une hyperthermie majeure (température corporelle au-dessus de 40 °C) et des signes neurologiques graves (confusion mentale, troubles du comportement, coma).

De plus, une exposition fréquente et prolongée à la chaleur peut avoir des effets irréversibles ou chroniques :

- Maladies rénales incluant des lésions rénales aiguës souvent définies par une concentration élevée de créatinine dans le sang ou la présence de calculs rénaux ;

- Maladies cardiovasculaires (réponse inflammatoire systémique et activation de la coagulation) ou métaboliques (taux de cholestérol élevé induit par la chaleur) ;
- Risques chimiques et biologiques accrus entraînés par une augmentation de la ventilation pulmonaire et du débit sanguin cutané due à l'adaptation physiologique à la chaleur favorisant l'absorption respiratoire et cutanée ;
- Troubles de la fertilité, notamment par la détérioration de la qualité du sperme chez les hommes exerçant un métier les exposant à la chaleur (baisse réversible de la concentration, mobilité et viabilité des spermatozoïdes)
- Risques pour les femmes enceintes soit par impact direct sur le fœtus (hyperthermie fœtale) ou indirect (réduction du flux sanguin placentaire). Une association a notamment été trouvée entre la hausse de la température ambiante et le risque d'accouchement prématuré et de faible poids de naissance (Kuehn et McCormick, 2017).

En général, 35 % des travailleurs œuvrant dans des conditions de chaleur élevée (stress thermique) ont éprouvé une contrainte thermique professionnelle pouvant avoir un impact majeur sur leur capacité à vivre en bonne santé. Cette donnée provient d'une méta-analyse comprenant les données extraites de 111 études réalisées dans 30 pays, incluant 447 millions d'individus occupant plus de 40 métiers différents (Flouris *et al.*, 2018). Les personnes travaillant un seul quart de travail sous stress thermique ont vu leur température centrale augmenter en moyenne de 0,7 °C (IC à 95 % : 0,4 - 1,0) pour atteindre 37,6 °C (écart-type 0,4 °C), ce qui est considéré comme une hyperthermie et qui peut avoir de graves conséquences sur la santé. Puisqu'une sudation intense entraîne une perte d'eau et de sels minéraux, cette méta-analyse a également montré que les travailleurs exposés à la chaleur présentent une augmentation moyenne de 14,5 % de la densité urinaire, un indicateur de déshydratation. Compte tenu du lien bien établi entre l'hydratation et la fonction rénale, 15 % des individus qui travaillent habituellement ou fréquemment sous stress thermique ont développé une maladie rénale ou une lésion rénale aiguë (Flouris *et al.*, 2018).

1.2.2 Impacts sur la sécurité et sur la vigilance

L'élévation de la température extérieure est associée à une hausse du nombre de blessures traumatiques liées au travail (chutes, coupures, fractures, brûlures, etc.) (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021 ; Filomena et Picchio, 2023 ; Flouris *et al.*, 2025 ; Lee *et al.*, 2021). Au Canada (2001-2016), chaque augmentation de 1 °C de la température maximale quotidienne, en été, est associée à une augmentation des réclamations journalières pour blessures traumatiques allant de 0,2 à 0,6 % (selon la province et l'indicateur thermique) (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021). Bien que cette augmentation relative puisse sembler faible, elle revêt une importance majeure du fait qu'elle concerne un très grand nombre d'individus. Pour le Québec, une telle plage

d'augmentation représente de 64 à 192 réclamations additionnelles acceptées durant les cinq mois chauds de chaque année de la période 2001-2016.

Cette augmentation du risque de blessures traumatiques liées au travail peut s'expliquer par une diminution des capacités psychomotrices chez les individus. En effet, une élévation de la température, même modérée, peut provoquer des troubles neuropsychologiques tels qu'une diminution de la concentration et de la qualité de traitement des informations, tout en augmentant les temps de réaction (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021 ; Benhamou et Flamand, 2023 ; Filomena et Picchio, 2023 ; Notley *et al.*, 2025). Ces effets, regroupés sous l'intitulé « baisse de vigilance », peuvent survenir à des niveaux de contrainte thermique même inférieurs à ceux causant un déséquilibre physiologique. Selon un rapport d'expertise collective publié par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) en 2018, la baisse de vigilance entraîne une augmentation de la fréquence de plusieurs types d'accidents professionnels. Cela inclut les risques de trébuchements, de heurts ou d'autres perturbations du mouvement, ainsi que les accidents liés à la manutention mécanique et les accidents de la route ou de circulation interne de véhicules sur les lieux de travail (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [ANSES], 2018).

De plus, la chaleur excessive augmente fréquemment l'inconfort et la fatigue et peut altérer la dextérité manuelle, conduisant à des erreurs humaines dans la manipulation d'outils. Des mains moites dues à la transpiration peuvent rendre les surfaces de préhension glissantes, et la buée sur les équipements de protection (comme les visières ou les lunettes) peut réduire la visibilité (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021 ; Benhamou et Flamand, 2023 ; Filomena et Picchio, 2023).

Enfin, certains facteurs liés au travail peuvent aggraver les effets de la chaleur sur les capacités psychomotrices des travailleurs. Sachant que le travail physique intense et pénible augmente la chaleur métabolique et le risque d'épuisement, une charge physique de travail (efforts intenses et prolongés, postures contraignantes) inadaptée aux conditions climatiques, un maintien des horaires de travail pendant les heures les plus chaudes ou des conditions de pause inadéquates constituent également des circonstances aggravantes importantes des risques associés à la chaleur chez les travailleurs (ANSES, 2018 ; Benhamou et Flamand, 2023 ; Cefaliello, 2023 ; Naton, 2023 ; Notley *et al.*, 2025).

1.2.3 Exacerbation des risques psychosociaux (RPS) et atteinte à la santé mentale

Les facteurs climatiques chroniques, en particulier l'augmentation des températures, sont une cause d'exacerbation des risques psychosociaux (RPS) dans plusieurs milieux professionnels (ANSES, 2018 ; Laurent, 2023 ; Naton, 2023). Des températures élevées prolongées peuvent réduire le bien-être émotionnel et affecter les relations sociales avec

les collègues ou le public (European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions [Eurofound], 2023 ; Florez-Acevedo *et al.*, 2025; Lee *et al.*, 2021). Des études récentes ont démontré que l'inconfort thermique est associé à de l'irritabilité et à des comportements impulsifs ou agressifs (Amodu *et al.*, 2023 ; Benhamou et Flamand, 2023 ; Cefaliello, 2023). D'ailleurs, une augmentation des températures a été associée à une augmentation des conflits dans certains milieux de travail et à un risque accru de violence (ANSES, 2018 ; CCHST, 2023).

Des cas de détresse psychologique, de dépression, d'hallucinations, de délire et une augmentation du taux de suicide ont par ailleurs été rapportés (Amodu *et al.*, 2023 ; Aylward *et al.*, 2022). Toutefois, il est important de souligner que l'inconfort thermique ne se limite pas au milieu de travail : les conditions ambiantes auxquelles les individus sont exposés en dehors des heures de travail peuvent également accentuer les risques psychosociaux.

Enfin, le dérèglement climatique peut également engendrer des conflits de valeur et des dilemmes éthiques, notamment lorsque les employeurs doivent arbitrer entre les objectifs de production et la protection des salariés face à des conditions risquées (comme la chaleur intense) (ANSES, 2018 ; Naton, 2023).

1.2.4 Effets sur la productivité et sur les coûts économiques

Le stress thermique compromet la capacité des travailleurs à effectuer un travail physique et mental. Des études récentes ont permis d'estimer que la productivité diminue en moyenne de 2,6 % pour chaque degré Celsius supplémentaire au-delà de 24 °C (Flouris *et al.*, 2025 ; Morris *et al.*, 2021). De plus, on estime qu'en 2030, environ 2,2 % des heures de travail totales à l'échelle mondiale, soit l'équivalent de 80 millions d'emplois à temps plein, seront perdues à cause du stress thermique (Amodu *et al.*, 2023 ; Lucas, 2025), soit par perte de temps de travail ou de performance, ou par absentéisme (Filomena et Picchio, 2023 ; Flouris *et al.*, 2025). Par ailleurs, la perte de capacité de travail physique est projetée pour diminuer de 10 % à l'échelle globale d'ici 2050 (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021).

L'altération des capacités physiques et cognitives des travailleurs due à la chaleur engendre des coûts économiques considérables (Benhamou et Flamand, 2023 ; Borg *et al.*, 2021 ; Lucas, 2025). La perte de productivité et les coûts associés aux blessures professionnelles (soins de santé, indemnités, etc.) représentent un fardeau économique important (Borg *et al.*, 2021 ; Filomena et Picchio, 2023). D'ailleurs, les coûts prévus pour les pertes d'heures de travail pourraient atteindre 2 400 milliards USD d'ici 2030 à l'échelle mondiale (Lucas, 2025).

2. ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES

2.1 Intensification des événements météorologiques extrêmes (EME)

Le lien entre les changements climatiques (CC) et l'intensification des événements météorologiques extrêmes (EME) est une projection bien documentée qui suggère une augmentation de la fréquence et de la gravité de ces phénomènes. D'ailleurs, dans son dernier rapport de synthèse paru en 2023, le GIEC a confirmé que les CC d'origine humaine affectent déjà de nombreux phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes dans toutes les régions du globe (IPCC, 2023). Le GIEC a précisé que les preuves de changements observés dans les phénomènes extrêmes tels que les vagues de chaleur, les fortes précipitations, les sécheresses et les cyclones tropicaux se sont encore renforcées depuis la publication de leur rapport précédent en 2014. Au Québec, comme ailleurs, plusieurs événements météorologiques spécifiques sont prévus pour s'accroître en fréquence et en sévérité en raison des CC (Adam-Poupart *et al.*, 2019).

2.1.1 Vagues de chaleur

Le GIEC a confirmé sans équivoque que l'influence humaine a rendu les extrêmes chauds, provoquant des vagues de chaleur plus fréquentes et plus intenses dans la plupart des régions terrestres depuis les années 1950 (IPCC, 2023). Il projette d'ailleurs que chaque augmentation additionnelle de 0,5 °C du réchauffement climatique mondial augmente significativement le risque de vagues de chaleur plus longues et plus graves. L'augmentation des événements de chaleur extrême a déjà entraîné une mortalité et une morbidité humaines dans toutes les régions (degré de confiance *très élevé*²) (IPCC, 2023). Il est prévu que, sous un scénario sans mesures d'atténuation supplémentaires, la mortalité annuelle liée à la chaleur chez les personnes de plus de 65 ans augmenterait de 433 % d'ici 2041–2060 et de 1537 % d'ici 2081–2100 par rapport à 1995–2014 (Romanello *et al.*, 2023).

2.1.2 Sécheresses

Les CC d'origine humaine ont contribué à l'augmentation des sécheresses dans certaines régions. Ainsi, des sécheresses plus fréquentes et/ou plus graves sont projetées en Europe, en Afrique, en Australasie et en Amérique du Nord, Amérique Centrale et Amérique du Sud (degré de confiance *moyen* à *élevé*) (IPCC, 2023). D'ailleurs, la superficie terrestre mondiale touchée annuellement par au moins un mois de sécheresse extrême est passée de 18 % en 1951-1960 à 47 % en 2013-2022 (Romanello *et al.*,

² Dans les rapports du GIEC, chaque conclusion repose sur une évaluation des données probantes et du consensus. Le degré de confiance est exprimé à l'aide de cinq qualificatifs : *très faible*, *faible*, *moyen*, *élevé* et *très élevé*.

2023). La sécheresse est directement liée à la projection d'une augmentation des feux de forêt. Dans certaines régions, comme les Pyrénées-Orientales françaises, les CC se manifestent déjà par la multiplication des années sans pluies, l'assèchement des cours d'eau et la mort des vergers. L'*Observatoire pyrénéen du changement climatique* rapporte une augmentation de l'intensité des phénomènes extrêmes et de la durée des épisodes secs dans cette chaîne de montagnes (Simon, 2023).

2.1.3 Feux de forêt

Les prédictions concernant les feux de forêt indiquent une augmentation de la fréquence et de l'intensité des conditions qui y sont propices, ainsi qu'une escalade des risques et des impacts, notamment si le réchauffement climatique dépasse les objectifs d'atténuation. Le risque lié au temps propice aux incendies est considéré comme *modéré* à *élevé* pour un niveau de réchauffement de 1,5 °C, et il augmente davantage avec l'accroissement du réchauffement (IPCC, 2023). Le temps propice aux incendies fait référence aux conditions météorologiques qui favorisent le déclenchement et le maintien des feux de végétation, généralement basées sur des indicateurs comme la température, l'humidité du sol, l'humidité atmosphérique et le vent. À court terme, même avec 1,5 °C de réchauffement climatique, des risques importants liés à l'aridité des terres, aux dommages causés par les incendies de forêt et à la dégradation du pergélisol sont attendus (IPCC, 2023).

À l'échelle internationale, la problématique de l'augmentation des incendies de forêt réside dans l'interaction entre les CC et l'exode rural. En Espagne, par exemple, le nombre de grands incendies a augmenté de manière terrifiante, et les incendies ne sont plus limités à la période habituelle, se produisant désormais pendant toute l'année. Les statistiques météorologiques espagnoles confirment une augmentation des températures et une diminution des précipitations moyennes, exacerbant les risques (Chulvi et Castro, 2023). Tout comme pour les inondations, les feux de forêt font partie des événements météorologiques extrêmes qui s'aggraveront avec les CC au Québec (Adam-Poupart *et al.*, 2019). Une augmentation de la fréquence et de la gravité des feux de forêt est donc projetée et cette augmentation sera notamment causée par le nombre accru de périodes de sécheresse attendu avec les CC.

2.1.4 Orages violents et tempêtes

La fréquence et la sévérité de certains orages vont augmenter et les modèles climatiques confirment que les tempêtes post-tropicales apporteront de plus grandes quantités de précipitation, contribuant aux risques d'érosion et de submersion des régions côtières ailleurs (IPCC, 2023) comme au Québec (Adam-Poupart *et al.*, 2019 ; Ouranos, 2015). En raison de l'élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe, les événements extrêmes prenant naissance en mer, qui survenaient jusqu'à récemment une fois par siècle, devraient se produire au moins une fois par an dans plus de la moitié des emplacements de marégraphes d'ici 2100, et ce, avec un degré de confiance *élevé* pour

tous les scénarios d'émissions de GES considérés par le GIEC (IPCC, 2023). La poursuite de l'élévation du niveau de la mer et l'augmentation de la fréquence et de l'ampleur de ces événements extrêmes empiéteront sur les établissements humains côtiers et endommageront les infrastructures côtières (IPCC, 2023).

2.1.5 Inondations

Malgré une augmentation des périodes de sécheresse et de l'étendue des régions affectées, les événements de fortes précipitations et d'inondations devraient s'intensifier et devenir plus fréquents dans la plupart des régions du globe, incluant le centre et l'est de l'Amérique du Nord ainsi que l'Europe (IPCC, 2023). À l'échelle mondiale, il est projeté que les précipitations journalières extrêmes s'intensifieront d'environ 7 % pour chaque degré de réchauffement planétaire supplémentaire (degré de confiance élevé). L'augmentation projetée de la fréquence et de l'intensité des précipitations provoquera sans aucun doute des inondations locales. D'ailleurs, les précipitations maximales annuelles en une journée devraient augmenter dans presque toutes les régions continentales. Au Québec également, les inondations font partie des EME qui s'aggraveront avec les CC. Ces derniers entraîneront des variations du régime pluviométrique favorisant les risques d'inondation dans certaines régions du Québec. Présentement, les inondations sont le type de catastrophe naturelle le plus fréquent au Québec, et il est clairement projeté que des crues printanières exceptionnelles, comme celles de 2017, pourront se reproduire dans le futur (Adam-Poupart *et al.*, 2019).

En somme, l'accentuation de la fréquence et de la sévérité des EME est une conséquence attendue des CC. Seuls les scénarios avec de très basses ou basses émissions de GES permettraient de limiter fortement ces CC tels que l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes au niveau de la mer, des précipitations extrêmes et des inondations pluviales, ainsi que de l'augmentation de fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur (IPCC, 2023). Ces EME augmentent les risques professionnels existants et, bien qu'ils aient des effets sur l'intégrité physique des travailleurs, ils sont particulièrement étudiés dans le contexte des impacts psychosociaux sur les personnes qui y sont exposées (Adam-Poupart *et al.*, 2019 ; ANSES, 2018).

2.2 Conséquences SST

2.2.1 Intégrité physique

Les EME tels que les inondations, les feux de forêt ou les tempêtes sont particulièrement dangereux pour les travailleurs de l'urgence, du secours (pompiers, sécurité civile) et du nettoyage/remise en état des infrastructures (énergie, eau, routes) (ANSES, 2018 ; Naton, 2023). Les blessures corporelles immédiates, telles que celles causées par les inondations, les feux de forêt, les glissements de terrain ou les coulées de boue, représentent une menace directe à l'intégrité physique. De plus, la surcharge de travail, souvent imposée par la gestion des urgences et des sinistres, entraîne une fatigue

physique accrue, exacerbée par des conditions de travail difficiles : températures extrêmes, humidité, mauvaise ventilation et postures contraignantes. Enfin, le personnel assigné au nettoyage et à la remise en état des infrastructures à la suite d'inondations est particulièrement vulnérable à certaines maladies puisque les inondations constituent un facteur majeur d'amplification et de dispersion d'agents pathogènes (bactéries, virus et champignons), et ce, par une combinaison de mécanismes physiques, biologiques et environnementaux qui affectent l'eau, les sols, les bâtiments et l'air ambiant (Mulder *et al.*, 2019). La majorité des décès liés aux orages violents et aux inondations surviennent *après* la catastrophe, lors des opérations de nettoyage et de reconstruction (ANSES, 2018). Bien que les risques pour ces travailleurs soient similaires à ceux qu'ils rencontrent dans l'exercice de leur fonction, c'est l'intensification et la répétition de ces épisodes qui peuvent entraîner une fatigue et un épuisement physique accrus pour ce personnel (Adam-Poupart *et al.*, 2019).

Lors de vagues de chaleur, l'exposition à la chaleur extrême réduit la capacité de travail et met la santé des travailleurs en danger, surtout pour ceux qui effectuent un travail physiquement ardu, dans des environnements non climatisés ou à l'extérieur (Romanello *et al.*, 2023). Par exemple, les pompiers forestiers travaillent dans des conditions non seulement dangereuses, mais aussi précaires, comme rapportés dans un article du HesaMag de l'European Trade Union Institute (ETUI), dans un dossier spécial portant sur les travailleurs face aux enjeux climatiques (Chulvi et Castro, 2023). Les pompiers forestiers sont exposés à des températures élevées, à l'inhalation de fumées cancérigènes (benzène, toluène, etc.), à des postures contraignantes et à des situations de stress intense.

La fatigue survient également par une surcharge de travail soudaine et prolongée, des quarts de travail de longue durée, ainsi qu'une inquiétude probable quant à l'environnement de travail plus dangereux (ex. : omniprésence de glace pour les monteurs de lignes) (Adam-Poupart *et al.*, 2019). Enfin, la précarité des conditions de travail, caractérisée par le manque de ressources matérielles et humaines, contribue à l'apparition de maladies professionnelles et à une détérioration générale de la santé physique.

2.2.2 Intégrité psychique

Les conséquences des événements météorologiques extrêmes tels que les inondations, les feux de forêt et certaines tempêtes vont au-delà de la sécurité physique immédiate. Ces événements peuvent avoir des effets psychosociaux négatifs importants et variés sur les travailleurs comme rapportés dans l'étude menée par Adam-Poupart et ses collègues (2019). Ainsi, la détresse psychologique, l'anxiété, la colère et la tristesse sont fréquemment observées chez les travailleurs ayant subi des pertes matérielles ou humaines. Ces répercussions psychologiques sont préoccupantes et peuvent s'avérer durables. De plus, les impacts psychologiques des EME sur les travailleurs peuvent survenir à plus long terme (Adam-Poupart *et al.*, 2019). Par exemple, des intervenants

québécois ayant offert des services de soutien aux sinistrés au moment de la tempête de verglas survenue au Québec en janvier 1998 ont raconté avoir souffert d'un manque de motivation, d'une baisse de leur performance ou encore avoir démissionné de leur poste lors de leur retour au travail après le sinistre (Adam-Poupart *et al.*, 2019).

L'épuisement professionnel, souvent lié au cumul des expositions et à la surcharge de travail, se manifeste par une fatigue psychologique importante, pouvant évoluer vers des troubles plus graves tels que l'état de stress post-traumatique, la dépression, les troubles du sommeil et l'hypervigilance (Adam-Poupart *et al.*, 2019). Certains travailleurs développent des mécanismes d'adaptation nocifs, comme l'abus de substances (alcool, drogues), tandis que d'autres ressentent un profond sentiment d'impuissance et d'isolement, notamment face à l'incertitude sur l'avenir de leur entreprise ou de leur communauté. Les conflits de rôle, entre obligations professionnelles et familiales, génèrent parfois du stress et de la culpabilité, particulièrement chez les intervenants de première ligne (ex. policiers ou infirmières).

Enfin, les EME provoquent des bouleversements sociaux majeurs, affectant la cohésion et la stabilité des communautés. Les conflits familiaux, entre collègues ou entre organisations, peuvent être exacerbés par le stress, les pertes économiques et la précarité de l'emploi. Les tensions avec les citoyens, illustrées par les menaces ou les critiques adressées aux employés municipaux lors de la gestion des conséquences des sinistres, peuvent parfois nuire à la santé psychologique des travailleurs et à la qualité des relations sociales (Adam-Poupart *et al.*, 2019). Par ailleurs, la précarité de l'emploi, les périodes de chômage technique et les pertes d'emploi compromettent la stabilité sociale et économique, rendant la reconstruction des entreprises et des communautés particulièrement difficile (Chulvi et Castro, 2023).

Il convient toutefois de souligner que, malgré la prévalence des impacts négatifs, des effets positifs peuvent émerger. La reconnaissance et la gratitude exprimées par la population envers les intervenants de première ligne favorisent la fierté et la valorisation du travail accompli, renforçant ainsi la résilience individuelle et collective (Adam-Poupart *et al.*, 2019). Certains facteurs de protection sociaux, tels que la reconnaissance entre collègues, le soutien social, la résilience collective et l'efficacité organisationnelle, peuvent également atténuer les répercussions négatives des EME et favoriser le bien-être. Enfin, la mise en œuvre de stratégies de soutien, la formation à l'intervention auprès des sinistrés et l'accompagnement psychosocial contribuent à renforcer la capacité d'adaptation des travailleurs et des communautés face aux catastrophes environnementales (Adam-Poupart *et al.*, 2019).

3. MALADIES À TRANSMISSION VECTORIELLE

3.1 Augmentation du risque professionnel d'infection

Les changements climatiques (CC) influencent de manière significative l'émergence, la répartition géographique et la dynamique de transmission des maladies vectorielles qui sont transmises par des tiques, moustiques ou autres insectes (USGCRP, 2016, chapitre 5 ; International Labour Organization [ILO], 2023; Vonesch *et al.*, 2016). Ce phénomène est considéré comme un facteur majeur modifiant l'épidémiologie de ces maladies, bien qu'il interagisse avec d'autres facteurs environnementaux et socio-économiques complexes tels l'urbanisation, la déforestation, les migrations, l'intensification de l'élevage, l'industrialisation et le développement socio-économique (Jones *et al.*, 2018 ; Libera *et al.*, 2022 ; Vonesch *et al.*, 2019 ; Vonesch *et al.*, 2016).

La menace croissante des CC aux États-Unis, en Europe, ainsi qu'au Canada, a une incidence marquée sur l'exposition des travailleurs aux maladies vectorielles. Cette augmentation de l'exposition est principalement due à l'altération de la distribution géographique et saisonnière des vecteurs biologiques (tiques, moustiques ou autres insectes) et aux changements dans la dynamique de transmission des pathogènes (Adam-Poupart, Noisel, *et al.*, 2021 ; USGCRP, 2016, chapitre 5 ; Vonesch *et al.*, 2016). En effet, les principaux vecteurs de maladies dans les régions tempérées sont sensibles aux facteurs climatiques tels que la température et l'humidité, qui influencent leur développement et leur survie, ainsi que l'efficacité de la transmission virale.

Par exemple, le réchauffement climatique modifie la répartition géographique des vecteurs biologiques, favorisant une expansion vers le nord et vers des altitudes plus élevées. Alors que les basses températures minimales en hiver sont une variable clé limitant la distribution géographique de ces vecteurs biologiques, la hausse de ces températures minimales, maintenant observée aux latitudes plus élevées, améliore leur survie (USGCRP, 2016, chapitre 5). Au Canada, l'expansion de l'aire de répartition des tiques, des moustiques et autres insectes vecteurs de maladie est d'ailleurs un phénomène de plus en plus observé (Fellin *et al.*, 2024).

En plus d'une répartition géographique plus étendue, la période d'activité de ces vecteurs biologiques est prolongée par le réchauffement des températures en hiver et au printemps, notamment pour les nymphes qui sont les plus souvent impliquées dans la transmission des agents pathogènes à l'être humain (USGCRP, 2016, chapitre 5). Des hivers plus courts risquent de prolonger leur période d'activité chaque année, augmentant ainsi la période pendant laquelle les humains sont exposés (ILO, 2023). Les températures plus chaudes altèrent presque tous les processus biologiques qui affectent la transmission virale, notamment en accélérant le cycle de vie des tiques, moustiques ou autres insectes, en augmentant leur taux de piqûre et en accélérant la réplication du virus à l'intérieur même de ces vecteurs biologiques. De plus, l'accélération du cycle de vie des tiques,

moustiques ou autres insectes due aux températures plus élevées accroît la probabilité qu'ils survivent jusqu'à la reproduction (USGCRP, 2016, chapitre 5 ; Vonesch *et al.*, 2016).

En Europe, le réchauffement climatique modifie la répartition géographique de la tique à pattes noires (*Ixodes ricinus*), le principal vecteur de la maladie de Lyme (ML) et du virus de l'encéphalite à tiques (VET), avec une extension de cette répartition vers le nord et en altitude (ANSES, 2025 ; Vonesch *et al.*, 2016). Aux États-Unis, l'incidence de la ML a presque doublé depuis 1991 et des études montrent que les CC ont contribué à l'expansion vers le nord de la zone de répartition des tiques, augmentant le risque de contracter la ML même dans des zones précédemment non endémiques (USGCRP, 2016, chapitre 5 ; ILO, 2023). Quant au virus du Nil occidental (VNO), sa zone de transmission par le biais de moustiques porteurs devrait augmenter dans une grande partie du nord et du Midwest des États-Unis en raison de la hausse des températures et des précipitations, tandis que sa présence pourrait diminuer dans le sud du pays en raison de la chaleur extrême combinée à une baisse des précipitations estivales (USGCRP, 2016, chapitre 5).

Au Québec, les maladies à transmission vectorielle (MTV) reconnues comme étant hautement prioritaires sont le VNO, une infection principalement transmise par un moustique (*Culex pipiens*), et la ML, transmise par une piqûre de la tique à pattes noires (Adam-Poupart, Noisel, *et al.*, 2021 ; Bouchard *et al.*, 2017). Les projections suggèrent que le VNO augmentera dans les régions nordiques en raison de l'élargissement de l'aire de répartition des moustiques vecteurs et de la vitesse accrue de réplication du virus dans le vecteur, deux facteurs associés à la hausse des températures moyennes (Bouchard *et al.*, 2017 ; Kulkarni *et al.*, 2015). Quant à la ML, l'avancée de l'aire de répartition de la bactérie *Borrelia burgdorferi* est liée à l'augmentation de la distribution des tiques à pattes noires, également influencée par des facteurs climatiques comme la hausse de la température moyenne et un allongement de la saison active provoqué par un printemps hâtif et un été plus long (Association canadienne de santé publique [ACSP], 2021 ; Bouchard *et al.*, 2017 ; Fellin *et al.*, 2024).

Le réchauffement climatique entraîne également l'émergence potentielle d'autres maladies transmises par les tiques au Canada, comme la babésiose, l'ehrlichiose et le virus de Powassan (Fellin *et al.*, 2024) ou par les moustiques, comme le virus du séro-groupe Californie ou le virus de l'encéphalite équine de l'Est (Institut national de santé publique du Québec [INSPQ], 2025a). Ainsi, à mesure que le climat se réchauffe et que les populations de tiques et de moustiques s'étendent vers le nord, le risque d'exposition augmente, y compris pour les communautés autochtones (Fellin *et al.*, 2024).

Au-delà de la hausse des températures, les changements dans les régimes de précipitations peuvent affecter l'abondance des vecteurs biologiques. Pour les tiques vectrices de la ML, l'humidité est un facteur de survie déterminant, car elles passent la majeure partie de leur cycle de vie (de deux à trois ans) dans l'environnement plutôt que

sur un hôte (USGCRP, 2016, chapitre 5). Les déclin de la quantité de pluie et de l'humidité limitent donc la répartition géographique de ces tiques, étant très sensibles à la déshydratation. Elles prospèrent dans des zones plus humides où une humidité accrue leur permet de mieux tolérer des températures élevées. Bien que l'humidité soit liée à la présence des tiques, les études ne montrent cependant pas de lien constant entre les variations de précipitations et les taux d'infection humaine par la ML, car d'autres facteurs comme l'abondance des hôtes animaux entrent en jeu (USGCRP, 2016, chapitre 5). En effet, les tiques ne naissent pas porteuses de la bactérie responsable de la ML. Elles s'infectent au stade larvaire ou nymphal en se nourrissant sur des hôtes réservoirs infectés comme la souris à pattes blanches ou certains oiseaux migrateurs (USGCRP, 2016, chapitre 5 ; Bouchard *et al.*, 2017).

Une augmentation des précipitations favoriserait également le développement du moustique vecteur du VNO grâce à la prolifération de gîtes larvaires, notamment dans de l'eau stagnante de puisards ou de fossés. De plus, l'accumulation de neige hivernale augmente la quantité d'eau stockée disponible pour les systèmes agricoles et urbains au printemps, créant ainsi des habitats importants pour les moustiques vecteurs. Toutefois, des précipitations exceptionnellement fortes ou torrentielles peuvent avoir un effet négatif en éliminant les larves de leurs gîtes, notamment en les évacuant des réseaux d'égouts pluviaux ou des puisards urbains (USGCRP, 2016, chapitre 5 ; Bouchard *et al.*, 2017).

Il est toutefois difficile de considérer les CC comme la seule cause de l'augmentation des infections. Le risque de maladie résulte des interactions complexes entre les facteurs climatiques et de multiples facteurs non climatiques. Ainsi, les activités humaines telles que la déforestation, la construction de routes ou de barrages, et l'urbanisation perturbent l'habitat naturel des agents infectieux, de leurs hôtes et de leurs vecteurs. Ces altérations créent des niches écologiques idéales pour la propagation des vecteurs (par exemple, des sites de reproduction larvaires exposés au soleil, prisés par certains moustiques) (ANSES, 2025 ; USGCRP, 2016, chapitre 5 ; Jones *et al.*, 2018 ; Vonesch *et al.*, 2016).

Les changements de comportement humain (activités de plein air, pratiques de protection personnelle, habitudes alimentaires) sont également considérés comme des facteurs d'importance maximale associés à une augmentation de l'incidence des cas humains de certaines maladies vectorielles, dépassant l'impact des CC seuls. Par exemple, la perception du risque peut jouer un rôle psychologique crucial dans la sécurité des travailleurs (ANSES, 2025). Dans une étude récente réalisée au Québec, Fellin et ses collègues (2024) ont constaté que des personnes passant de longues heures à l'extérieur (quart de travail de 7 heures ou plus) peuvent développer une forme de relâchement et sous-estimer le risque de ML, ce qui les rend moins vigilants. La connaissance des risques ne se traduit donc pas toujours par une adoption de comportements protecteurs, créant un décalage entre la perception du danger et l'action réelle (Fellin *et al.*, 2024).

Enfin, la globalisation (voyages et commerce) et l'adaptation des pathogènes jouent également un rôle crucial dans l'émergence ou la réémergence de maladies virales

comme la dengue, le chikungunya ou le virus Zika (USGCRP, 2016, chapitre 5 ; Vonesch *et al.*, 2016). À ce jour, la présence de ces virus au Canada n'a pas été observée. Les cas dénombrés de personnes infectées sont plutôt survenus chez des voyageurs revenant de pays où ces virus sont en circulation (INSPQ, 2025b). Quant à l'influence des CC sur les zoonoses entériques (causées par l'ingestion de virus, de bactéries ou de parasites qui se transmettent entre les animaux et les humains), notamment dans le domaine de l'agroalimentaire, il n'a été que très peu étudié au Québec.

3.2 Conséquences SST

3.2.1 Intégrité physique

Les MTV peuvent entraîner des symptômes variés, allant de manifestations légères à des complications neurologiques graves et potentiellement mortelles. Ainsi, selon le virus ou la bactérie transmise par les tiques, les moustiques ou autres insectes, la personne infectée peut présenter l'un ou l'autre des symptômes suivants (Adam-Poupart, Noisel, *et al.*, 2021 ; ANSES, 2025 ; Magnavita *et al.*, 2022 ; Vonesch *et al.*, 2019) :

- **Symptômes aigus** : éruption cutanée en œil de bœuf (érythème migrant), fièvre, frissons, maux de tête, fatigue, douleurs musculaires et articulaires, ganglions lymphatiques enflés ;
- **Manifestations neurologiques sévères** : méningite, encéphalite, méningo-encéphalomyélite, paralysie flasque aiguë (en particulier chez les personnes de plus de 50 ans).

Le diagnostic est souvent complexe, car les symptômes de la première phase de maladie sont peu spécifiques (symptômes pseudo-grippaux), ce qui complique leur caractérisation. Également, le manque de symptômes (infections latentes ou négligées) augmente la sous-déclaration de la maladie ; les travailleurs pourraient ne pas reconnaître les signes, ce qui entraîne un retard dans le diagnostic et le traitement. Dans certains cas, l'incidence de ces maladies se traduit par des impacts cliniques et une charge de maladie importante puisque certaines zoonoses nécessitent des soins médicaux importants (Adam-Poupart, Noisel, *et al.*, 2021 ; ANSES, 2025 ; Magnavita *et al.*, 2022).

Enfin, bien que les infections asymptomatiques aient généralement un bon pronostic, si la maladie, comme la ML, n'est pas détectée et traitée, elle peut entraîner des conséquences neurologiques, cardiovasculaires et musculosquelettiques durables. Environ une personne sur huit qui ne reçoit pas de diagnostic et de traitement appropriés développe des séquelles pathologiques telles que l'arthrite dans les 12 mois suivants la séroconversion (Magnavita *et al.*, 2022).

3.2.2 Intégrité psychique

Les patients hospitalisés pour la ML présentent un risque accru de développer des troubles mentaux et des troubles affectifs par rapport aux patients non atteints. De plus, dans des cas particuliers de ML (neuroborréliose de Lyme), les changements métaboliques ou médiés par le système immunitaire peuvent altérer les circuits neuronaux, provoquant des symptômes débilissants qui affectent les fonctions cognitives et émotionnelles. Les données indiquent par ailleurs que la gravité des conséquences neurologiques et psychologiques peut mener à des issues tragiques. Ainsi, les travailleurs hospitalisés pour une ML ont un risque statistiquement plus élevé de tentatives de suicide et de décès par suicide (Magnavita *et al.*, 2022).

Le contexte de travail et les CC globaux ajoutent une pression psychologique supplémentaire. Les travailleurs plus jeunes (incluant les enfants dans certains contextes mondiaux) sont plus vulnérables aux impacts des CC, car ils sont encore en plein développement physique et mental. De manière générale, il est reconnu que les effets des CC impacteront négativement la santé mentale des populations de travailleurs. Par exemple, les modifications des horaires de travail pour éviter la chaleur (travail à l'aube ou au crépuscule) augmenteront non seulement le risque biologique (exposition accrue aux tiques ou aux moustiques), mais ils risquent de perturber également les rythmes de vie, ce qui pourra accroître le stress (ILO, 2023; Scott *et al.*, 2024; Vonesch *et al.*, 2019 ; Vonesch *et al.*, 2016).

Les travailleurs contractant certaines maladies vectorielles peuvent souffrir de symptômes persistants affectant leur santé mentale. Par exemple, certaines personnes ayant souffert de la ML peuvent continuer d'éprouver des symptômes (fatigue, douleurs, troubles cognitifs, anxiété, etc.), plus de six mois après un traitement antibiotique standard contre la maladie (Magnavita *et al.*, 2022). Cet état, appelé le « syndrome post-traitement de la maladie de Lyme », est une réalité reconnue, mais encore mal comprise (Dersch *et al.*, 2024). Il convient toutefois de distinguer ce syndrome du concept de « maladie de Lyme chronique », non reconnu par la communauté médicale puisqu'il suppose à tort que l'infection à la bactérie *Borrelia burgdorferi* est persistante et active (Association québécoise de la maladie de Lyme [AQML], 2025).

3.2.3 Fardeau économique pour les entreprises et la société

En général, les impacts des MTV sur le bien-être du personnel se répercutent sur la performance au travail, entraînant une diminution de la productivité, une augmentation des coûts de production, des accidents et des blessures, ainsi que de l'absentéisme (Scott *et al.*, 2024). Les employés qui développent des complications liées à certaines zoonoses (comme l'encéphalopathie) peuvent ne pas être en mesure de reprendre leurs fonctions à temps plein et peuvent avoir besoin d'un retour au travail flexible ou d'aménagements (Vonesch *et al.*, 2019).

L'émergence de ces maladies génère également un coût important qui est monétarisé comme un fardeau pour la société. Par exemple, l'impact économique annuel total de l'encéphalite à tiques est estimé à 3,1 millions d'euros (hors décès) en France, incluant 481 000 euros de coûts directs et indirects (tels que la perte de productivité) et 2,7 millions d'euros de coûts intangibles (ANSES, 2025). Ce coût est considéré comme une estimation basse, et toute augmentation de l'incidence rendrait les coûts associés encore plus significatifs. Pour atténuer les risques, il est nécessaire de mettre en œuvre des mesures de prévention et de contrôle qui sont souvent coûteuses, notamment la vaccination pour les populations très exposées (forestiers, éleveurs) et l'utilisation d'équipement de protection individuelle (EPI) et de produits répulsifs (ANSES, 2025 ; Magnavita *et al.*, 2022 ; Vonesch *et al.*, 2019).

4. POLLUTION DE L'AIR

4.1 Exposition accrue à des substances toxiques et pathogènes

Les scientifiques et les décideurs publics sont de plus en plus préoccupés par les impacts indéniables des changements climatiques (CC) sur la qualité de l'air, par la modification possible de certains paramètres environnementaux, comme la hausse des concentrations ambiantes de divers polluants atmosphériques (Adam-Poupart *et al.*, 2015). Le lien entre les CC et l'augmentation de la pollution de l'air est complexe et est documenté à travers plusieurs mécanismes météorologiques et environnementaux qui rendent les conditions plus propices à la formation et à la concentration de polluants. Cette augmentation de la pollution de l'air engendre de nouveaux risques professionnels et exacerbe ceux qui existent déjà (ANSES, 2018 ; USGCRP, 2016, chapitre 3 ; Laurent, 2023).

L'augmentation de la température accentue l'évaporation des produits chimiques volatils, augmentant le risque d'intoxication ou d'allergie par inhalation ou contact cutané. Des températures plus élevées augmentent ainsi les concentrations d'ozone et de smog, ce qui est lié à un risque accru de dysfonctionnement cardiopulmonaire et de maladies respiratoires (ANSES, 2018 ; Naton, 2023). Les travailleurs en extérieur sont souvent surexposés à ces particules en raison de leur ventilation plus élevée lors d'efforts physiques (ANSES, 2018).

4.1.1 Augmentation de l'ozone troposphérique (ozone au sol)

Environ 90 % de l'ensemble de l'ozone est produit naturellement dans une section de l'atmosphère, appelée la stratosphère (Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique [IASB], s.d.). L'ozone est présent dans toute l'atmosphère, mais sa concentration est maximale à environ 25 km d'altitude. Cette région de l'atmosphère riche en ozone est appelée la « couche d'ozone ». Elle protège la vie sur la terre en agissant comme un filtre invisible qui protège contre une surexposition aux rayons UV nocifs du soleil. L'ozone est également présent en petite quantité dans la couche de l'atmosphère située au-dessus du sol, la troposphère. Il y est produit par une chaîne de réactions entre le rayonnement solaire, les composés organiques volatils et les oxydes d'azote (NO_x), dont certains sont produits par les activités humaines. L'ozone troposphérique (au niveau du sol) est un composant du smog urbain — un sérieux problème de qualité de l'air. Le smog est très fréquent lors des chaudes journées d'été sans vent, au-dessus des zones urbaines. Même si l'ozone stratosphérique et l'ozone troposphérique sont exactement le même gaz, les effets de ce gaz varient selon la partie de l'atmosphère où il est présent. L'ozone troposphérique pose de sérieux risques pour la santé et peut provoquer de graves troubles aux yeux, au nez et aux poumons autant chez l'homme que chez les animaux. Dans l'environnement, l'ozone peut endommager la végétation, les plantes de grande culture, les forêts et certains matériaux.

Les CC devraient rendre plus difficile l'atteinte des normes de qualité de l'air pour l'ozone au sol (ou ozone troposphérique) (USGCRP, 2016, chapitre 3). Les conditions météorologiques changeantes influencées par le climat deviennent de plus en plus propices à la formation d'ozone troposphérique dans la majeure partie des États-Unis, au Canada, ainsi qu'au Québec où les concentrations d'ozone sont en augmentation sur le territoire (Gilbert *et al.*, 2019). Les mécanismes reliant le réchauffement climatique à l'ozone comprennent (Adam-Poupart *et al.*, 2015 ; USGCRP, 2016, chapitre 3 ; Sottile, 2011) :

- Des températures plus élevées pouvant accélérer les taux de réactions chimiques par lesquelles l'ozone est formé, notamment dans les zones renfermant plusieurs îlots de chaleur urbains ;
- Des températures plus élevées pouvant augmenter les émissions de précurseurs d'ozone provenant de sources anthropiques et biogéniques (végétales) ;
- Une diminution de la couverture nuageuse l'été qui cause une augmentation de la radiation solaire incidente, favorisant ainsi la production d'ozone troposphérique ;
- Des concentrations d'ozone influencées par les vents et la vitesse de mélange vertical dans l'atmosphère. Une hausse de la fréquence de ces événements de stagnation a déjà été observée dans certaines régions des États-Unis, permettant à l'ozone et à ses précurseurs de s'accumuler ;
- Une humidité relative plus faible réduisant la couverture nuageuse et les précipitations, ce qui favorise la formation d'ozone et prolonge sa durée de vie dans l'atmosphère ;
- La co-occurrence d'une plus forte concentration d'ozone avec des températures élevées lors des journées chaudes d'été.

4.1.2 Augmentation des particules fines (PM_{2.5})

Les CC jouent aussi un rôle important dans l'augmentation des particules fines (PM_{2.5}) provenant de sources naturelles, notamment en raison d'une fréquence et d'une intensité accrues de grands incendies de forêt aux États-Unis (Aguilera *et al.*, 2021 ; USGCRP, 2016, chapitre 3), au Canada (Matz *et al.*, 2020) et au Québec (Ouranos, 2023). Les incendies de forêt sont une source majeure de particules fines (PM_{2.5}). Les émissions issues de ces feux pourraient devenir des facteurs de plus en plus importants des événements de pollution atmosphérique extrême. Les particules fines provenant des feux de forêt augmentent le risque de décès prématuré et de visites aux urgences (Rahman *et al.*, 2022).

L'augmentation de la gravité et de l'étendue des sécheresses, projetée en raison des CC, pourrait également entraîner une augmentation de la poussière en suspension, un constituant important des particules fines (USGCRP, 2016, chapitre 3). Les

concentrations de PM_{2,5} peuvent également augmenter en raison des événements de stagnation et de l'augmentation de la photochimie due à des températures plus élevées, conduisant à la formation de particules secondaires à partir de composés organiques volatils biogéniques dans des conditions plus sèches et plus chaudes (Rahman *et al.*, 2022).

4.1.3 Effets sur les allergènes aéroportés et sur la qualité de l'air intérieur

Les CC ne modifient pas seulement les polluants gazeux et les particules, mais aussi les allergènes aéroportés (USGCRP, 2016, chapitre 3). En effet, l'augmentation des concentrations atmosphériques de dioxyde de carbone (CO₂), la hausse des températures et la modification des régimes de précipitations contribuent à l'augmentation des niveaux de certains allergènes aéroportés (ex. pollens d'arbres, de graminées et d'herbes). De plus, les tendances historiques montrent que les CC ont prolongé la saison de production de certains pollens allergènes, comme l'herbe à poux, ce qui augmente les épisodes d'asthme et autres maladies allergiques.

Bien que la pollution atmosphérique soit perçue comme un problème touchant principalement les personnes qui travaillent à l'extérieur, l'infiltration des polluants extérieurs (ozone, PM_{2,5}, pollens, poussières, etc.) dans des lieux de vie ou de travail, par les systèmes de ventilation, les fenêtres, les portes ou encore les fissures, peut s'avérer importante dans certains environnements intérieurs de travail. Ainsi, lors de journées plus chaudes et en présence de pics de pollution atmosphérique, notamment lors de feux de forêt, les niveaux de pollution intérieure peuvent être significativement élevés, tout en demeurant bien en deçà des niveaux de pollution extérieure (ANSES, 2018 ; USGCRP, 2016, chapitre 3).

Enfin, les CC peuvent également entraîner une augmentation de l'humidité intérieure (par exemple, à la suite d'événements de fortes précipitations ou d'une humidité extérieure accrue), ce qui favoriserait la croissance de moisissures et autres pathogènes, ainsi que l'émission de composés organiques volatils (COV) par des matériaux de construction humides (USGCRP, 2016, chapitre 3).

4.2 Conséquences SST

4.2.1 Intégrité physique

L'augmentation de la pollution atmosphérique, notamment lorsqu'elle est combinée à des températures extrêmes (comme cela est prévu avec les CC), a des effets néfastes significatifs sur la santé et la sécurité des travailleurs, en particulier ceux qui œuvrent à l'extérieur. Ces effets se manifestent par des problèmes respiratoires, cardiovasculaires, des cancers et une augmentation des accidents du travail.

4.2.1.1 Problèmes respiratoires

L'exposition à la pollution de l'air est liée à une variété de symptômes tels que la congestion des sinus et des voies nasales, les maux de gorge et les éternuements chez les travailleurs de bureau. L'exposition à l'ozone troposphérique et aux polluants atmosphériques est aussi responsable de dommages aigus et chroniques au système respiratoire, notamment pour les travailleurs de certains secteurs, comme ceux dont la majorité des activités se déroulent à l'extérieur (agriculture, construction, foresterie, etc.). Les atteintes respiratoires aiguës (telles que les maladies de l'appareil respiratoire) sont des lésions professionnelles documentées au Québec, bien que les résultats d'association avec l'ozone ne soient pas significatifs en raison d'une faible puissance statistique (Adam-Poupart *et al.*, 2015). Selon une revue systématique effectuée par Holm et Balme, les effets d'une exposition à de faibles niveaux d'ozone sur la fonction pulmonaire de l'adulte, sur une courte durée, ne sont pas clairs, bien que des diminutions associées à l'ozone puissent survenir chez les personnes âgées (Holm et Balme, 2022). Cependant, une étude longitudinale réalisée sur une cohorte de plus de 3000 adultes d'âge moyen provenant de huit pays d'Europe a révélé une association significative entre des niveaux d'ozone ambiant élevés et prolongés et un déclin plus rapide de la fonction pulmonaire spirométrique (Zhao *et al.*, 2023). Chez les chauffeurs de taxi-moto à Delhi en Inde, une prévalence plus élevée de toux et de mucosités a été observée en raison de l'exposition au monoxyde de carbone (CO) provenant des émissions des véhicules (Barthwal *et al.*, 2022).

L'exposition à la pollution atmosphérique, y compris les $PM_{2.5}$, a été associée à des effets graves sur la santé respiratoire, notamment le cancer du poumon et l'exacerbation de l'asthme et de la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) (USGCRP, 2016, chapitre 3). Au Québec, l'exposition à la pollution de l'air est également liée à une variété de symptômes tels que la congestion des sinus et des voies nasales, les maux de gorge et les éternuements chez les travailleurs de bureau (Adam-Poupart *et al.*, 2015). À Delhi, des tests de fonction pulmonaire réalisés sur des travailleurs en extérieur (chauffeurs de pousse-pousse automatique, vendeurs, balayeurs) ont révélé que la majorité des répondants présentaient une fonction pulmonaire restreinte alors que les balayeurs présentaient une altération plus importante, attribuée à l'exposition routinière à la poussière et aux particules. En effet, chez ces balayeurs, exposés à la poussière et aux bioaérosols, la prévalence de problèmes respiratoires comme l'essoufflement (25 %) et la toux chronique (24 %) était élevée (Barthwal *et al.*, 2022).

4.2.1.2 Problèmes cardiovasculaires et cérébrovasculaires

Les polluants particulaires fins ($PM_{2.5}$) sont associés à de graves effets chroniques et aigus sur la santé cardiovasculaire, y compris les maladies cardiovasculaires et les décès prématurés (USGCRP, 2016, chapitre 3). L'inhalation de petites particules peut induire une réaction inflammatoire dans les voies respiratoires, entraînant une inflammation systémique et des troubles de la coagulation. Une autre hypothèse est que la pollution

particulaire ambiante est associée à des perturbations du système nerveux autonome cardiaque, notamment des changements dans la variabilité de la fréquence cardiaque (USGCRP, 2016, chapitre 3).

Dans une étude longitudinale allant de 1971 à 2002, Torén et ses collègues ont suivi une cohorte de plus de 176 000 travailleurs de la construction suédois et un groupe contrôle de près de 72 000 hommes non exposés aux poussières inorganiques (amiante, fibres minérales artificielles, poussières de ciment, de béton et de quartz), aux poussières de bois, aux fumées (fumées métalliques, fumées d'asphalte et gaz d'échappement diesel) et aux gaz irritants (solvants organiques et produits chimiques réactifs). Les chercheurs ont démontré que l'exposition professionnelle aux particules de pollution atmosphérique augmente de 12 % le risque relatif de mourir d'une maladie cardiaque ischémique (Torén *et al.*, 2007).

4.2.1.3 Cancers

Au Canada, une étude de cohorte a été réalisée auprès de 1,9 million d'adultes inclus dans plusieurs cycles des *Cohortes santé et environnement du recensement canadien (CSERCan)*³ dans le but d'examiner les variations spatiales intra-urbaines des particules ultrafines (PUF) ambiantes à Montréal et à Toronto de 1991 à 2006 (Weichenthal *et al.*, 2020) et l'incidence de tumeurs cérébrales malignes chez ces mêmes individus entre 2011 et 2016. En milieu urbain, les gaz d'échappement des moteurs diesel et d'autres procédés de combustion sont d'importantes sources de PUF ambiantes (< 0,1 µm, PUF). Les résultats indiquent qu'une augmentation de la concentration des PUF ambiante est associée positivement à l'incidence de tumeurs cérébrales chez ces populations. Par ailleurs, la pollution atmosphérique extérieure est classée comme cancérogène avéré pour l'humain par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), principalement sur la base de données relatives au cancer du poumon et au cancer de la vessie (CIRC, 2013). Plus récemment, après la réalisation d'une étude auprès d'une cohorte de près de 197 000 Américaines et disposant d'estimations historiques d'exposition aux polluants atmosphériques, White et ses collègues ont montré que les PM_{2.5} étaient associées à un risque accru d'incidence globale du cancer du sein (White *et al.*, 2024). Bien que ces études ne soient pas réalisées auprès de groupes de travailleurs particuliers, les résultats suggèrent que les environnements de travail où la pollution atmosphérique est plus élevée augmentent les risques de développer certains cancers.

³ Les *CSERCan* facilitent la création d'ensembles de données couplées basées sur la population. Il est possible d'intégrer des données environnementales aux *CSERCan* à l'aide du fichier des codes postaux annuels, afin d'examiner l'association entre l'exposition environnementale et un résultat en matière de santé — <https://www.statcan.gc.ca/fr/microdonnee/centres-donnees/donnees/csercan>.

5. RAYONNEMENT UV SOLAIRE

5.1 Augmentation de l'exposition aux rayons UV solaires

Bien que l'on accorde beaucoup d'attention aux effets directs du stress thermique, il est essentiel de prendre en compte les risques supplémentaires posés par le rayonnement ultraviolet (UV), qui peuvent compromettre davantage la santé des travailleurs en extérieur dans un climat qui se réchauffe.

Le rayonnement UV est une partie invisible du spectre électromagnétique. Le principal facteur d'atténuation du rayonnement UV est l'atmosphère. Le spectre UV est divisé en trois bandes, qui interagissent différemment avec l'atmosphère et les cellules humaines (Cherrie et Cherrie, 2022) :

- **UVC (100–280 nm).** Ce rayonnement est complètement absorbé dans la stratosphère terrestre par l'ozone. Par conséquent, il représente très rarement un danger pour la santé, à moins qu'il n'y ait une exposition accidentelle à des sources UV artificielles.
- **UVB (280–315 nm).** Ce rayonnement est également absorbé dans l'atmosphère, mais environ 5 % pénètrent jusqu'au niveau du sol. Les UVB sont plus efficaces que les autres longueurs d'onde pour provoquer l'érythème (rougeur légère de la peau) et les dommages à l'ADN.
- **UVA (315–400 nm).** Ce rayonnement est faiblement absorbé dans l'atmosphère et pénètre plus profondément dans la peau, atteignant les fibres de collagène, ce qui provoque le vieillissement cutané. Le rapport UVA/UVB dans le rayonnement solaire incident est d'environ 20:1.

L'intensité du rayonnement UV à la surface de la Terre dépend de plusieurs facteurs (Cherrie et Cherrie, 2022), dont la latitude, la saison, l'heure de la journée, les conditions atmosphériques et l'altitude. Ainsi, le rayonnement UV est plus intense dans les pays situés de part et d'autre de l'équateur. Toutefois, même pour les pays nordiques, l'exposition aux rayons UV peut être suffisamment élevée pour avoir des effets négatifs sur la santé des travailleurs en extérieur. Pour les pays de l'hémisphère nord (notamment le Canada et plusieurs pays d'Europe), le rayonnement UV est nettement plus élevé en été qu'en hiver et, dans l'ensemble du globe, il est plus important vers l'heure du midi qu'en début ou fin de journée. Enfin, la couverture nuageuse tend à atténuer le rayonnement UVB plus que le rayonnement UVA et l'intensité des rayons UV augmente avec l'altitude (Reinau *et al.*, 2013).

Or, l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique, causé par les GES, et le réchauffement climatique, entraînent une augmentation des rayons UV atteignant la surface terrestre (Adam-Poupart *et al.*, 2012 ; Schulte *et al.*, 2016). La chaleur ambiante qui est en hausse peut également inciter les travailleurs à se dévêtir, augmentant la surface cutanée exposée aux rayons UV. De plus, des éléments de l'environnement de

travail comme le sable, la neige et le béton reflètent les rayons UV, augmentant le potentiel d'exposition (Adam-Poupart *et al.*, 2012).

5.2 Conséquences SST

L'augmentation de l'exposition aux rayons UV solaires chez les travailleurs, en particulier dans les professions exercées à l'extérieur, est associée à des effets importants et délétères sur la santé (Cherrie et Cherrie, 2022 ; Symanzik et John, 2022). Cette exposition professionnelle aux UV demeure largement sous-estimée, alors que les personnes travaillant en extérieur reçoivent des doses de rayonnement UV au moins deux à trois fois plus élevées que celles des travailleurs en milieu intérieur, et dépassant fréquemment de cinq fois les limites quotidiennes recommandées à l'échelle internationale (Cherrie et Cherrie, 2022 ; Symanzik et John, 2022).

5.2.1 Intégrité physique

5.2.1.1 Cancers de la peau

Les taux de coups de soleil autodéclarés par saison varient entre 50 et 80 % chez les travailleurs en extérieur (Reinau *et al.*, 2013). Le rayonnement UV, y compris les UVA, UVB et UVC, a été classé par le CIRC comme cancérigène pour l'humain (Groupe 1) (El Ghissassi *et al.*, 2009). Il n'est donc pas surprenant que l'exposition professionnelle aux rayons UV solaires soit la cause principale de la majorité des cancers de la peau chez les travailleurs, notamment les cancers de la peau non mélanomateux (CPNM ; aussi appelés carcinomes kératinocytaires). Le carcinome épidermoïde (CEC) est un CPNM, le plus directement lié à l'exposition cumulée aux rayons UV (Symanzik et John, 2022). Le risque de développer un CEC est augmenté de 77 % chez les travailleurs en extérieur, comparativement à la population générale (John *et al.*, 2021). Le carcinome basocellulaire (CBC) est également un CPNM ayant comme facteur de risque majeur l'exposition professionnelle aux UV (Symanzik et John, 2022). Le risque de développer un CBC est d'ailleurs augmenté de 43 % chez les travailleurs en extérieur (John *et al.*, 2021) par rapport à la population générale. De plus, le risque de CPNM peut être plus que doublé pour certains travailleurs dans les latitudes tempérées (Cherrie et Cherrie, 2022). Des études ont également montré que le risque de développer un CEC ou un CBC triple avec cinq ans ou plus de travail en extérieur (John *et al.*, 2021).

Le rayonnement UV solaire est aussi classé comme cause du mélanome malin cutané (Cherrie et Cherrie, 2022). L'association entre l'exposition professionnelle (chronique et cumulative) aux UV solaires et le mélanome malin est toutefois moins claire que pour les CPNM, car le mélanome est souvent lié à une exposition UV intense et intermittente (Reinau *et al.*, 2013 ; Symanzik et John, 2022). Le rayonnement UV, particulièrement les UVB, cause de l'érythème (légère rougeur de la peau) et a le potentiel d'endommager l'ADN, provoquant des mutations dans le gène p53 et la production d'espèces réactives

de l'oxygène (ROS), associées à l'initiation et la progression du cancer de la peau (Cherrie et Cherrie, 2022).

5.2.1.2 Vieillesse cutané

Le rayonnement UVA est faiblement absorbé dans l'atmosphère et pénètre profondément dans la peau, atteignant les fibres de collagène, ce qui cause le vieillissement prématuré de la peau (Cherrie et Cherrie, 2022). Les divers mécanismes moléculaires sous-jacents au vieillissement cutané comprennent la dégradation des protéines de la matrice extracellulaire comme le collagène, l'augmentation du stress oxydatif et l'inflammation chronique (Brar *et al.*, 2025).

5.2.1.3 Affections oculaires

Il existe un lien de causalité entre l'exposition aux rayons UV et le développement de certaines formes de cataracte et potentiellement du néoplasme oculaire pouvant s'avérer non cancéreux ou cancéreux (Reinau *et al.*, 2013). De plus, le rayonnement solaire est lié au carcinome de la membrane conjonctive de la paupière et au mélanome oculaire (Cherrie et Cherrie, 2022).

5.2.1.4 Bénéfices potentiels pour la santé

L'exposition aux rayons UV (en particulier les UVB) est la source principale de vitamine D pour la plupart des gens, une vitamine importante pour la santé osseuse. De plus, des données épidémiologiques soutiennent une réduction des risques de certains cancers non cutanés (sein, ovaires, ou colorectal), grâce à une exposition modérée et contrôlée aux rayons UV solaires (Cherrie et Cherrie, 2022). Cependant, peu d'évidences permettent d'associer cette réduction à la production de vitamine D. Par conséquent, il existe un compromis probable entre le risque de cancer de la peau dû à l'exposition excessive aux rayons UV et le bénéfice potentiel découlant de la réduction du risque d'autres cancers. Considérant les longues périodes d'exposition au soleil pour les travailleurs en extérieur, il est plutôt recommandé d'appliquer les mesures de protection adéquates afin de diminuer le risque de cancer cutané (Cherrie et Cherrie, 2022).

5.2.2 Impact économique et sur la qualité de vie

L'impact économique des cancers de la peau induits par les rayons UV et liés au travail est considérable. Les coûts directs annuels des soins de santé en Europe sont estimés entre 341 et 853 millions d'euros par an (John *et al.*, 2021). Au Canada, les coûts directs et indirects des cas de CPNM d'origine professionnelle s'élèvent à 28,9 millions de dollars canadiens, tandis que les demandes d'indemnisation pour les cancers de la peau d'origine professionnelle en Australie, entre 2000 et 2012, ont atteint 63 millions de dollars australiens, démontrant une tendance à la hausse. Aux États-Unis, les coûts annuels moyens du traitement des CPNM entre 2007 et 2011, quelle qu'en soit la cause, se sont élevés à 4,8 milliards de dollars américains.

Les CPNM chez les travailleurs en extérieur, s'ils ne sont pas prévenus ou détectés tôt, peuvent entraîner une chronicité à vie, avec de nouvelles lésions qui se forment abondamment et nécessitent des traitements continus (John *et al.*, 2021 ; Symanzik et John, 2022). Les patients atteints de CPNM subissent une réduction considérable de leur qualité de vie en raison de la nature chronique de la maladie et des chirurgies répétées (John *et al.* 2020). Les CPNM surviennent souvent sur des zones visibles (tête, oreilles, cou, mains), ce qui peut affecter l'apparence, l'estime de soi et le bien-être. Les coûts indirects estimés des CCNM sont donc encore plus élevés que les prévisions initiales, à savoir 1 040 à 2 040 millions d'euros par an en Europe et 5,7 millions de dollars canadiens au Canada (John *et al.*, 2021).

6. SECTEURS, CIRCONSTANCES D'EXPOSITION ET FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ ET DE PROTECTION

6.1 Travail en extérieur : point commun de l'exposition aux risques climatiques

L'**augmentation de la température** est considérée comme le plus grand danger pour la santé en Europe et le facteur le plus documenté des effets sanitaires associés aux changements climatiques (CC). Selon des données d'enquête à l'échelle de la planète, environ 1,6 milliard de travailleurs rémunérés, soit 26,4 % de la population active mondiale, travaillaient à l'extérieur en 2022, les hommes et les jeunes/adultes d'âge moyen étant surreprésentés. Ces personnes, employées dans des secteurs qui nécessitent de travailler principalement en extérieur, sont donc les plus touchées par la hausse de la température moyenne (USGCRP, 2016, chapitre 9 ; Romanello *et al.*, 2023).

De façon globale, l'intensification des **événements météorologiques extrêmes** touche un large éventail de travailleurs, mais la littérature scientifique identifie clairement certains groupes comme étant les plus étudiés et les plus vulnérables. À la suite d'une analyse rigoureuse visant l'identification des professions les plus à risque vis-à-vis une hausse des vagues de chaleur et autres EME au Québec, Bakhiyi et ses collègues ont identifié plusieurs professions dont les activités se déroulent à l'extérieur, associées entre autres aux secteurs de la construction, de l'agriculture, de la foresterie, du transport par camion et des services de sécurité incendie (Bakhiyi *et al.*, 2022a). Par ailleurs, dans une récente enquête réalisée dans l'Union européenne, 20 % des travailleurs ont déclaré avoir été exposés à des vagues de chaleur (chaleur extrême), en milieu de travail intérieur ou extérieur (Belli et De Keulenaer, 2025). Toujours selon cette enquête, les populations de travailleurs les plus touchées se divisent principalement en deux catégories principales : les intervenants de première ligne et les travailleurs du secteur agricole. Toutefois, une consultation d'acteurs clés réalisée par Adam-Poupart et ses collègues a permis d'identifier d'autres groupes vulnérables qui n'étaient que peu mentionnés dans la littérature (ex. travailleurs saisonniers, étudiants et travailleurs de petites entreprises) (Adam-Poupart *et al.*, 2019).

L'expansion géographique des **vecteurs biologiques** due notamment aux CC augmente le risque pour les travailleurs dans des régions où il était précédemment faible ou absent. Les travailleurs en extérieur sont particulièrement touchés, car ils présentent le risque d'exposition le plus élevé aux vecteurs tels que les tiques, les moustiques et autres insectes, qui peuvent transmettre des parasites, des virus ou des bactéries. Ainsi, les travailleurs forestiers, agricoles et de la construction sont particulièrement vulnérables (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] *et al.*, 2023 ; ILO, 2023 ; Magnavita *et al.*, 2022 ; Vonesch *et al.*, 2019 ; Vonesch *et al.*, 2016).

L'impact de la **pollution de l'air** n'est pas uniforme, même s'il est reconnu que les travailleurs en extérieur sont généralement les plus exposés à l'ozone (O₃) au sol (Adam-

Poupart *et al.*, 2015 ; Barthwal *et al.*, 2022 ; Yu *et al.*, 2023). Au Québec, les groupes de travailleurs les plus touchés par une augmentation de la pollution de l'air (souvent exacerbée par des conditions liées aux CC, comme la chaleur extrême) sont principalement ceux dont le travail se déroule à l'extérieur (Adam-Poupart *et al.*, 2015). Cependant, cette exposition aux émissions de polluants atmosphériques et de particules fines est variable, étant plus élevée pour le personnel dont les activités professionnelles ont lieu dans de grands centres urbains, ce qui est moins fréquent pour les secteurs d'activités comme la foresterie et l'agriculture.

Similairement, les groupes de travailleurs les plus touchés par une exposition accrue au **rayonnement UV solaire** sont ceux dont les professions sont exercées principalement à l'extérieur (Cherrie et Cherrie, 2022 ; John *et al.*, 2021 ; Symanzik et John, 2022). Auparavant, les données étaient souvent insuffisantes pour distinguer clairement l'exposition omniprésente aux rayons UV liée aux loisirs de celle liée au travail. Il était donc difficile de déterminer la cause première de la maladie et, conséquemment, d'établir une réglementation adéquate pour protéger les travailleurs en extérieur. Or, une utilisation plus récente de dosimètres individuels auprès de populations de travailleurs en extérieur a révélé des expositions aux rayons UV solaires élevées par rapport à la population générale (Wittlich *et al.*, 2020), dépassant largement la limite d'exposition professionnelle recommandée de 1,33 dose érythémale standard (DES) pour huit heures de travail en extérieur (1 DES = 100 J/m² d'irradiance UV pondérée par l'érythème). Globalement, l'exposition professionnelle annuelle au rayonnement UV solaire chez les travailleurs en extérieur est deux à trois fois supérieure à l'exposition annuelle moyenne de ceux œuvrant à l'intérieur (Cherrie et Cherrie, 2022 ; Symanzik et John, 2022).

6.2 Populations de travailleurs les plus exposées

6.2.1 Agriculture et élevage

Les travailleurs du secteur agricole, incluant les agriculteurs, les éleveurs et les ouvriers, sont exposés à plusieurs risques climatiques tels que le stress thermique (USGCRP, 2016, chapitre 9 ; Kazmierczak *et al.*, 2022), les événements météorologiques extrêmes (EME), les maladies à transmission vectorielle (MTV) et le rayonnement UV solaire (Reinau *et al.*, 2013 ; Symanzik et John, 2022). Ces expositions sont observées dans plusieurs pays et affectent particulièrement ceux qui vivent de l'exploitation des terres et des ressources, et qui en dépendent pour survivre financièrement (Maistrello *et al.*, 2025). Les travailleurs du secteur agricole, qui sont confrontés à des conditions météorologiques imprévisibles et à l'incertitude de la survie de leur exploitation, sont ainsi soumis à une plus grande pression mentale et au stress (CCHST, 2023 ; Tang et Ho, 2025). Par exemple, au Québec, les producteurs agricoles sont majoritairement des travailleurs autonomes, dont plusieurs exploitent de petites entreprises avec des ressources financières limitées. Le cumul des expositions aux EME (inondations, vagues de chaleur, grêle) peut engendrer un épuisement professionnel et de la détresse psychologique en plus des pertes de revenus, surtout chez ceux dont le soutien social est faible (Adam-

Poupart *et al.*, 2019). En Côte d'Ivoire, où l'agriculture représente plus de la moitié des emplois, le secteur est négativement touché par l'augmentation des températures et la modification du régime des précipitations⁴. D'ailleurs, selon l'Organisation internationale du travail, la Côte d'Ivoire compte parmi les pays africains susceptibles de connaître des pertes d'heures de travail supérieures à 10 % d'ici 2030 (Kjellstrom *et al.*, 2019). Par conséquent, le choc négatif sur la productivité de la main-d'œuvre est important et attendu principalement dans l'agriculture.

En Europe, avec la répétition des périodes de sécheresse, certaines exploitations agricoles doivent fermer ou du moins réduire leurs activités, ce qui représente la perte d'un actif économique important pouvant conduire à une détresse psychologique élevée. L'incertitude et la chute des prix des terres agricoles affectent particulièrement les agriculteurs plus âgés qui comptaient sur ces exploitations pour leur retraite (Simon, 2023). De plus, les travailleurs agricoles sont parmi les catégories de travailleurs les plus exposés à la maladie de Lyme (ML), ainsi qu'à d'autres agents pathogènes transmis par les tiques comme le virus de l'encéphalite à tiques (VET) ou la fièvre hémorragique de Crimée-Congo, ou transmis par les moustiques, comme le virus du Nil occidental (VNO) ou la dengue (Adam-Poupart, Noisel, *et al.*, 2021 ; ANSES, 2025 ; USGCRP, 2016, chapitre 5 ; Fellin *et al.*, 2024 ; Jones *et al.*, 2018 ; Magnavita *et al.*, 2022 ; Vonesch *et al.*, 2019 ; Vonesch *et al.*, 2016).

Enfin, l'émergence de la transmission par voie alimentaire crée un risque professionnel unique pour les éleveurs. L'émergence de foyers de transmission alimentaire du VET, par la consommation de lait cru ou de produits laitiers à base de lait cru provenant de ruminants infectés comme les chèvres, est un enjeu de santé publique humaine et vétérinaire qui est recensé particulièrement en Europe ou dans le nord de l'Asie (ANSES, 2025). En Europe, les éleveurs de bovins, de chèvres ou de moutons sont également à risque de contracter la fièvre Q, transmise principalement par l'inhalation d'aérosols produits par des animaux infectés (Stufano *et al.*, 2022).

6.2.2 Foresterie

Les forestiers sont eux aussi confrontés à des risques climatiques accrus. Dans l'exécution de leurs tâches, ces travailleurs sont notamment exposés au stress thermique, aux MTV ainsi qu'aux feux de forêt (FAO *et al.*, 2023 ; Kazmierczak *et al.*, 2022 ; Maistrello *et al.*, 2025). Par exemple, une revue systématique incluant 35 articles portant principalement sur des cohortes de travailleurs en Europe a permis de constater que les forestiers formaient la catégorie de travailleurs la plus exposée à la ML, avec une séroprévalence d'anticorps contre le *Borrelia Burgdoferi* (agent de la ML) plus élevée que

⁴ Communication du Professeur N. Emmanuel Asseman, du Laboratoire biodiversité et écologie tropicale de l'Université Jean Lorougnon Guédé, à Daloa, Côte d'Ivoire, dans le cadre de la Journée mondiale de la sécurité et de la santé au travail (2024).

celle des agriculteurs (25 % contre 14 % dans une analyse de sous-groupe) (Magnavita *et al.*, 2022). Un résultat peu surprenant puisque les forestiers passent souvent plus de 20 heures par semaine en forêt et sont régulièrement piqués par des tiques (ANSES, 2025). Il est par ailleurs estimé que des travailleurs forestiers en Alsace, une zone de forte endémicité du VET, ont environ 13 fois plus de risque que la population générale de contracter le VET et de développer des symptômes neurologiques (ANSES, 2025). Au Québec, une étude a également permis d'identifier les travailleurs de la foresterie comme étant particulièrement à risque de contracter des maladies transmises par les tiques (comme la ML) (Fellin *et al.*, 2024).

6.2.3 Pêche commerciale

Les personnes travaillant dans le secteur de la pêche figurent, à l'instar des travailleurs dont les activités professionnelles se déroulent majoritairement en milieu extérieur (ex. en agriculture et en foresterie), parmi les groupes les plus exposés aux effets des CC, notamment en regard de l'élévation de la température ambiante. Cette exposition accrue inclut une augmentation du risque de blessures traumatiques liées à la chaleur (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021 ; Alahmad *et al.*, 2025 ; Benhamou et Flamand, 2023). Ces travailleurs sont également soumis à une exposition importante au rayonnement UV solaire (John *et al.*, 2021 ; Reinau *et al.*, 2013). Dans le contexte de la pêche commerciale, les conditions météorologiques constituent par ailleurs un déterminant majeur du risque de naufrage et de la survie des équipages (CCHST, 2023 ; Schulte *et al.*, 2023). Les pêcheurs exerçant leurs activités en mer sont susceptibles d'être confrontés à une augmentation de la fréquence et de l'intensité des EME, incluant un risque accru d'exposition à la foudre (ANSES, 2018). Cette évolution est en partie attribuable à la hausse des températures, laquelle joue un rôle clé dans la formation de conditions atmosphériques favorables à l'activité orageuse (Schulte *et al.*, 2023). Les risques physiques, notamment les blessures dues à l'équipement lourd, les glissades, les trébuchements, les chutes et les troubles musculosquelettiques liés à la manutention manuelle, sont également exacerbés par les intempéries (Maistrello *et al.*, 2025).

Dans certaines régions, le réchauffement de la surface de la mer favorise également la prolifération de micro-organismes pathogènes, dans les zones de pêche ou d'aquaculture, ce qui entraîne une augmentation du risque d'infections chez les travailleurs du secteur (Applebaum *et al.*, 2016 ; Maistrello *et al.*, 2025). Enfin, l'industrie de la pêche se révèle particulièrement vulnérable aux effets des CC sur la ressource halieutique, lesquels se manifestent notamment par une dégradation de la qualité et une diminution de la quantité des stocks. Ces transformations sont associées entre autres à l'augmentation de la température de l'eau, à l'acidification des océans, à la modification des aires de répartition de certaines espèces et à l'érosion côtière (ANSES, 2018 ; CCHST, 2023). L'ensemble de ces facteurs contribue à accroître les risques de perte de productivité et d'insécurité professionnelle, susceptibles d'entraîner des répercussions psychosociales significatives

chez les travailleurs du secteur de la pêche (ANSES, 2018 ; Parsons *et al.*, 2022 ; Schulte *et al.*, 2023).

6.2.4 Construction

Les travailleurs de la construction sont particulièrement exposés aux fortes chaleurs ainsi qu'au rayonnement UV solaire (USGCRP, 2016, chapitre 9 ; Torche, 2023). C'est l'un des groupes les plus étudiés et il comprend les travailleurs de la construction de bâtiments et de routes, les maçons et briqueteurs, les couvreurs, les ouvriers sur béton, ainsi que les ouvriers non qualifiés. Ces travailleurs ont été identifiés comme étant vulnérables aux vagues de chaleur puisqu'ils sont exposés à l'extérieur et effectuent des efforts physiques importants. En Europe, il a d'ailleurs été rapporté que 38 % des travailleurs du bâtiment sont exposés à des températures élevées au moins un quart de leur temps (Torche, 2023). Les couvreurs comptent fréquemment parmi les professions les plus à risque dans le secteur de la construction. Cette dangerosité s'explique notamment par la nature physiquement exigeante du travail en hauteur, mais aussi par les conditions environnementales difficiles, caractérisées par une forte chaleur, un faible ombrage et une ventilation quasi inexistante (Sands et Marshall, 2026). Ces travailleurs sont ainsi susceptibles de subir un stress thermique marqué, en particulier au début de la saison, lorsque les températures des toitures augmentent rapidement sans permettre une acclimatation adéquate. De plus, le groupe de couvreurs est considéré comme étant « extrêmement exposé » aux rayons UV (John *et al.*, 2021).

Les travailleurs du secteur de la construction sont également considérés comme étant à risque d'exposition chronique aux polluants gazeux et aux particules. D'ailleurs, ceux exposés aux émanations de diesel et particules ultrafines (PUF) ont un risque accru de mourir d'une maladie cardiaque ischémique (RR de 1,18) (Torén *et al.*, 2007). Enfin, les travailleurs de la construction affectés aux routes et aux infrastructures routières sont aussi identifiés comme étant à haut risque d'exposition aux MTV (Vonesch *et al.*, 2016).

6.2.5 Services d'urgence et interventions de première ligne

Les intervenants de première ligne, comprenant les ambulanciers, les pompiers, les policiers, et le personnel d'urgence des services municipaux, sont fréquemment étudiés dans la littérature, car leur fonction exige une implication directe dans la gestion des EME et le secours des communautés touchées (Adam-Poupart *et al.*, 2019). Ils présentent un risque accru de symptômes d'état de stress post-traumatique et de dépression après un EME, sont souvent exposés à une surcharge de travail, à la fatigue physique et psychologique, et peuvent parfois être la cible de menaces ou de frustrations de la part de citoyens insatisfaits.

Les intervenants d'urgence sont également exposés aux inondations et à un risque accru de contracter des maladies d'origine hydrique (USGCRP, 2016, chapitre 9 ; Kazmierczak *et al.*, 2022), alors que les monteurs de lignes dédiés à la réparation ou à la

reconstruction de lignes de transport électrique à la suite d'un EME sont soumis à une surcharge de travail soudaine et prolongée, des quarts de travail de longue durée et de l'inquiétude en raison d'un environnement de travail parfois glacé et dangereux (Adam-Poupart *et al.*, 2019). Quant aux pompiers forestiers, ils sont exposés à un risque accru de blessures liées à la chaleur et à l'inhalation de fumée en raison de la fréquence et de la gravité croissantes des incendies de forêt. Ils sont aussi soumis à un stress intense, notamment le risque d'encerclement par les flammes (Chulvi et Castro, 2023).

6.2.6 Services des travaux publics et aménagement paysager

Le personnel des services des travaux publics, dont les ouvriers qualifiés, les éboueurs, les techniciens et les conducteurs d'engins des travaux publics peuvent être grandement affectés par la hausse des températures moyennes puisqu'une grande portion de leurs tâches s'exécutent à l'extérieur (plus de 60 % du temps pour les ouvriers qualifiés) (Benhamou et Flamand, 2023). Les paysagistes et les jardiniers ont également été identifiés comme étant à haut risque d'exposition au rayonnement UV solaire (Hault *et al.*, 2016 ; Scott *et al.*, 2024 ; Symanzik et John, 2022) ou encore d'être exposés aux vecteurs tels que les tiques et les moustiques (ILO, 2023; Scott *et al.*, 2024; Vonesch *et al.*, 2016). Enfin, ces travailleurs sont de plus en plus exposés à la pollution urbaine, laquelle tend à s'intensifier avec la hausse des températures (Barthwal *et al.*, 2022). Comme ils passent de longues heures à l'extérieur et réalisent des tâches exigeant un effort physique allant de *modéré à élevé*, la dose de polluants inhalés augmente. En effet, il a été rapporté que le taux de ventilation pulmonaire (le volume d'air inspiré) peut être multiplié par plus de dix lors d'un effort modéré (Laumbach et Cromar, 2022).

6.2.7 Transports

Les travailleurs des transports terrestres et le personnel des services de messagerie sont largement exposés aux éléments climatiques (vagues de chaleur, fortes intempéries, rayonnement UV solaire). Pour ces travailleurs, le risque varie selon la tâche, la durée d'exposition à l'extérieur et la possibilité d'œuvrer à l'ombre de bâtiments (Cherrie et Cherrie, 2022 ; Hault *et al.*, 2016). Dans plusieurs pays d'Asie, où l'on retrouve plusieurs villes ayant des densités de population élevées, les travailleurs des transports évoluent fréquemment près des sources de trafic. Ils sont donc exposés de manière chronique à des niveaux élevés de pollution particulaire (dont les PM_{2.5}) et de gaz irritants (CO, NO_x, O₃), ce qui les rend particulièrement vulnérables aux problèmes respiratoires, cardiovasculaires et ophtalmiques (Barthwal *et al.*, 2022 ; Khan *et al.*, 2023 ; Vu *et al.*, 2025). Par exemple, à Delhi, Barthwal et ses collègues ont rapporté que les chauffeurs de pousse-pousse présentaient la plus forte prévalence de symptômes ophtalmiques (yeux rouges, 44 %, irritation des yeux 36 %) en raison d'une forte exposition à la pollution véhiculaire (Barthwal *et al.*, 2022).

6.2.8 Mines

Les travailleurs de l'extraction minière s'affairant dans les mines à ciel ouvert sont aussi exposés aux effets néfastes de la chaleur intense, ce qui souligne la nécessité de renforcer les mesures de protection et d'accroître la sensibilisation aux risques climatiques. D'ailleurs, des études menées auprès de mineurs montrent que l'augmentation de la température corporelle centrale des mineurs à ciel ouvert est significativement plus élevée que celle des mineurs souterrains (Jafari Nodoushan *et al.*, 2025).

6.2.9 Santé et services sociaux

Plusieurs professionnels de la santé et des services sociaux, incluant les intervenants psychosociaux, doivent intervenir auprès des victimes d'EME. Par exemple, dans les périodes caniculaires, ils doivent composer avec une clientèle aux besoins plus importants, ce qui, combiné à la chaleur, peut entraîner une fatigue physique et psychologique (Adam-Poupart *et al.*, 2019). Ils courent ainsi un risque d'épuisement émotionnel et psychologique (fatigue de compassion) et un risque d'épuisement professionnel en travaillant auprès des sinistrés. Par ailleurs, une étude réalisée au Québec a mis en lumière le fait que des personnes travaillant dans le secteur des soins de santé étaient exposées à des zoonoses (Adam-Poupart, Noisel, *et al.*, 2021). Considérant que les CC entraînent une augmentation du risque d'infection chez de nombreux travailleurs, il est raisonnable de penser que le personnel des soins de santé (infirmières, médecins, personnel de laboratoire) sera de plus en plus à risque de transmission nosocomiale de zoonoses (Vonesch *et al.*, 2019).

6.2.10 Soins vétérinaires et transformation alimentaire animale

D'autres professions sont également à risque de contracter une zoonose, par contact direct ou indirect avec des animaux porteurs ou des produits animaux. Par exemple, les bouchères et bouchers ainsi que le personnel des abattoirs peuvent être exposés au virus par contact direct avec le sang ou les tissus des animaux (Vonesch *et al.*, 2019). Les vétérinaires et leur personnel, quant à eux, sont à risque pour plusieurs agents par contact avec des animaux porteurs ou des tiques (Magnavita *et al.*, 2022 ; Stufano *et al.*, 2022 ; Vonesch *et al.*, 2019).

6.2.11 Travail en milieu intérieur chaud

Certains environnements intérieurs sont très chauds en raison des procédés et des équipements industriels qui s'y trouvent et qui émettent beaucoup de chaleur. Ces milieux incluent notamment les cuisines (y compris celles des restaurants et des centres d'hébergement de tous types), les blanchisseries, les fonderies, les aciéries, les installations de fabrication et les entrepôts sans climatisation où les travailleurs sont soumis à un risque élevé de stress thermique (USGCRP, 2016, chapitre 9 ; Torche,

2023). De plus, dans certains environnements intérieurs où il y a présence de produits chimiques volatils, la hausse de la température peut entraîner l'évaporation et l'inhalation de ces substances chimiques, créant ainsi un double risque avec la chaleur (ANSES, 2018).

6.2.12 Autres secteurs d'activité en plein air

D'autres groupes professionnels sont également exposés à divers risques climatiques, notamment en raison de leur travail en extérieur ou dans des milieux spécifiques. Par exemple, le personnel aquatique et maritime (dont les sauveteurs pour les piscines extérieures), les travailleurs saisonniers, les moniteurs de sport extérieur, le personnel des garderies, les employés de zoo et les guides de plein air font aussi face à des expositions intenses, à des conditions de travail difficiles et à des risques spécifiques liés à leur environnement professionnel, notamment lors de périodes de chaleur intense (stress thermique et exposition aux rayons UV solaire) (Cherrie et Cherrie, 2022 ; Reinau *et al.*, 2013 ; Symanzik et John, 2022). Par ailleurs, les géologues, les agronomes et les agents de protection de la faune sont à risque accru de la ML ou du VNO, causé par une augmentation de l'incidence de ces maladies dans de nouvelles régions (USGCRP, 2016, chapitre 5 ; Fellin *et al.*, 2024 ; ILO, 2023 ; Scott *et al.*, 2024 ; Stufano *et al.*, 2022). Enfin, le personnel militaire est à risque en raison des activités et des entraînements effectués dans des habitats forestiers (Fellin *et al.*, 2024 ; Magnavita *et al.*, 2022 ; Vonesch *et al.*, 2016). Les militaires qui sont déployés dans des zones endémiques à l'étranger peuvent aussi être exposés à certaines zoonoses non présentes au Québec ou au Canada, comme la fièvre hémorragique de Crimée-Congo (Vonesch *et al.*, 2019).

Le tableau ci-dessous offre une compilation des secteurs d'activité où les travailleurs sont les plus exposés aux risques climatiques abordés dans cet état des lieux.

Tableau 1: Compilation des secteurs d'activités exposés aux risques climatiques

Secteurs d'activité	Stress thermique	Événements météorologiques extrêmes	Vecteurs biologiques	Pollution de l'air	Rayonnement UV solaire
Agriculture et élevage	X	X	X		X
Foresterie	X	X	X		
Pêche commerciale	X	X	X		X
Construction	X	X	X	X	X
Services d'urgence et interventions de première ligne	X	X	X	X	
Service des travaux publics et aménagement paysager	X	X	X	X	X
Transports	X	X		X	X
Mines	X				
Santé et services sociaux	X	X	X		
Soins vétérinaires et transformation alimentaire animale			X		
Travailleurs en milieu intérieur chaud	X				
Autres secteurs d'activité en plein air			X		X

6.3 Approche par circonstances d'exposition

L'impact des CC est ressenti de manière inégale par les différentes populations de travailleurs. Comme mentionné précédemment, certains secteurs d'activité sont identifiés comme étant particulièrement susceptibles de présenter des risques liés aux CC. Or, lors de l'examen des effets des CC au travail, une approche par secteur d'activité ou par métier ne permet pas toujours de bien identifier les travailleurs les plus exposés puisqu'un même métier peut s'exercer dans des conditions de travail très différentes. Par exemple, un serveur travaillant de nuit dans une discothèque sera généralement moins affecté par une hausse des températures survenant durant la journée, surtout si l'établissement est climatisé. À l'inverse, un serveur qui travaille sur la terrasse d'un restaurant peut être

exposé à des températures élevées pendant les heures les plus chaudes, au moment même où sa charge de travail est particulièrement importante (ANSES, 2018).

Par conséquent, dans l'évaluation des risques induits par les CC dans les milieux de travail, l'adoption d'une **approche par circonstances d'exposition** est recommandée par l'ANSES, car elle permet de prendre en compte des professions pour lesquelles l'influence des CC n'apparaît pas évidente en premier lieu (ex. déménageurs, électriciens, livreurs). De plus, cette approche permet de regrouper les travailleurs selon des caractéristiques concrètes de leurs situations de travail (environnement physique, tâches effectuées, organisation du travail et facteurs climatiques). Elle permet d'identifier de manière transversale les risques professionnels susceptibles d'être accrus par les CC et de formuler des recommandations de prévention applicables à l'ensemble des travailleurs, indépendamment de leur profession, de leur statut ou de leur domaine d'activité (ANSES, 2018).

6.4 Facteurs aggravants et facteurs de protection

Mais au-delà de la nature du travail à accomplir et des conditions dans lesquelles il est exercé, des facteurs socio-économiques ou des sensibilités biologiques spécifiques jouent un rôle crucial dans l'amplification de la vulnérabilité des travailleurs aux impacts des CC (ANSES, 2018). Ces facteurs aggravants, souvent appelés « vulnérabilités non climatiques », interagissent avec les aléas climatiques (ex. chaleur extrême, inondations ou pollution) pour rendre les impacts beaucoup plus importants (Denham et Rickards, 2022 ; Vu *et al.*, 2025).

Parmi les **facteurs aggravants** (risques accrus), on retrouve :

Statut d'emploi précaire. Les travailleurs temporaires, saisonniers, intérimaires, sous-traitants ou indépendants (notamment des plateformes de mobilité) peuvent avoir moins accès aux mesures de prévention, à l'information ou à la formation, être plus souvent contraints de travailler dans des conditions risquées afin de préserver leur revenu et avoir moins de moyens de représentation (ANSES, 2018 ; Naton, 2023 ; Torche, 2023). D'ailleurs, l'insécurité d'emploi (travail précaire) est un amplificateur majeur des risques climatiques ; les travailleurs à temps partiel et occasionnel étant les plus susceptibles de subir une perte de salaire ou de perdre leur emploi en raison de perturbations ou de stress liés au climat. Par exemple, selon une enquête effectuée auprès de 1 093 travailleuses et travailleurs en Australie, 10 % des répondants ont rapporté avoir subi une perte de salaire, 10 % ont dû prendre des congés personnels, et 2 % ont perdu leur emploi en raison d'événements liés au climat (Denham et Rickards, 2022). Les personnes les plus susceptibles de perdre des heures de travail ou leur emploi dans ces conditions ont été les travailleurs occasionnels et ceux à temps partiel. En contrepartie, un quart des travailleurs interrogés ont dû travailler des heures supplémentaires en raison d'événements extrêmes ou de catastrophes, notamment ceux offrant des services communautaires et personnels (Denham et Rickards, 2022).

Rémunération à la pièce ou faible rémunération. Les travailleurs rémunérés à la pièce peuvent choisir d'ignorer les symptômes de stress thermique ou de renoncer aux pauses par crainte de perte de revenu, ce qui amplifie considérablement le risque de subir un coup de chaleur ou un accident grave (Amodu *et al.*, 2023 ; Denham et Rickards, 2022 ; Schulte *et al.*, 2016). D'ailleurs, les accidents graves ou les décès dus à des pics de chaleur au travail touchent en premier lieu les personnes peu qualifiées et peu payées en Europe. Ces travailleurs se retrouvent souvent dans des emplois manuels qui sont effectués dans des environnements chauds intérieurs ou extérieurs (Kazmierczak *et al.*, 2022 ; Torche, 2023). Les groupes à faible revenu ont aussi souvent un accès limité aux mesures de protection (comme les équipements de protection individuelle ou les pauses fréquentes) et aux soins de santé, ce qui augmente leur susceptibilité aux maladies liées à la chaleur (Vu *et al.*, 2025). Enfin, l'incapacité à souscrire à une assurance contre des aléas climatiques comme les inondations, peut créer un fardeau mental important pour les groupes à faible revenu, une situation qui devrait augmenter avec les CC (European Environment Agency [EEA], 2024).

Statut de migrants ou d'immigrants. La migration induite par le climat peut forcer les gens à prendre des positions informelles qui sont moins protégées par les réglementations et peut entraîner des difficultés à comprendre les consignes de sécurité en raison d'une faible maîtrise de la langue locale (Maistrello *et al.*, 2025). Le stress thermique est une préoccupation majeure, car les travailleurs migrants occupent fréquemment des emplois physiquement exigeants en extérieur (ILO, 2023; Scott *et al.*, 2024; van Selm *et al.*, 2025). Parallèlement, le personnel immigré, en particulier s'il a de faibles connaissances de la langue locale ou n'a pas de permis de séjour, peut être très exposé à des risques climatiques en raison de la nature de son travail et du manque potentiel d'information et de formation sur les risques (USGCRP, 2016, chapitre 9 ; Torche, 2023). Par ailleurs, les travailleurs qui migrent d'une région non endémique à une zone où sévissent des MTV, comme le paludisme en Afrique tropicale ou en Asie du Sud-Est, sont particulièrement vulnérables, car ils n'ont pas développé d'immunité naturelle et risquent de moins bien maîtriser les mesures de prévention appropriées (Jones *et al.*, 2018 ; Maistrello *et al.*, 2025 ; Torche, 2023).

Sous-déclaration des symptômes. Par crainte de perdre leur emploi ou de faire face à des conséquences négatives de la part de leur employeur, de nombreux travailleurs ne signalent pas les symptômes liés à la chaleur ou les blessures, ce qui retarde l'intervention et peut en aggraver les impacts (Vu *et al.*, 2025).

Âge. Les personnes âgées ont une capacité de thermorégulation réduite, ce qui diminue généralement leur tolérance à la chaleur et qui les place à risque de subir les conséquences physiologiques d'une exposition aux chaleurs élevées (Adam-Poupart *et al.*, 2012 ; ANSES, 2018). Certains groupes de travailleurs plus jeunes (15-24 ans) peuvent également être à risque en raison de la surcharge de travail qu'ils n'hésitent pas à faire ou du fait qu'ils ne reconnaissent pas les symptômes de stress thermique (Vu *et al.*, 2025). D'ailleurs, des études récentes indiquent que les épisodes de chaleur

accablante ont des impacts significatifs et mesurables sur les taux d'accidents et de lésions professionnelles dans différents pays, avec des vulnérabilités spécifiques selon l'âge. D'une part, les jeunes travailleurs (< 25 ans) sont systématiquement identifiés comme l'un des groupes les plus vulnérables aux accidents liés à la chaleur, tant au Canada (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021 ; Guo *et al.*, 2024), aux États-Unis (Calkins *et al.*, 2019) qu'en Australie (McInnes *et al.*, 2017). Cette vulnérabilité peut s'expliquer par le fait que les jeunes travailleurs sont plus souvent affectés à des tâches physiquement exigeantes ou à des postes manuels d'entrée de gamme, par une perception moindre du risque ou par une tendance à fournir des efforts physiques intenses plutôt qu'à s'auto-réguler (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021 ; Calkins *et al.*, 2019 ; Guo *et al.*, 2024). D'autre part, bien que le vieillissement puisse accroître la vulnérabilité physiologique et le risque de blessures, ces mêmes études ne montrent pas d'augmentation marquée des réclamations lors des vagues de chaleur (Calkins *et al.*, 2019 ; Guo *et al.*, 2024). Ce paradoxe s'explique possiblement par un effet de sélection des travailleurs plus robustes et par l'occupation de postes moins exposés à la chaleur pour les travailleurs âgés.

Sexe/genre. Bien que certaines études physiologiques suggèrent que les femmes pourraient être moins tolérantes à la chaleur que les hommes, les caractéristiques physiques individuelles (comme la taille, la forme physique, le taux de sudation et l'état d'acclimatation) priment sur le sexe biologique lui-même (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021 ; Lucas, 2025 ; Lundgren *et al.*, 2013 ; Renberg *et al.*, 2022 ; Westwood *et al.*, 2021). Une vulnérabilité physiologique distincte apparaît cependant avec l'âge, les femmes de plus de 65 ans présentant des seuils de tolérance environnementaux (combinaisons de température et d'humidité) plus bas et une mortalité plus élevée lors des vagues de chaleur que les hommes du même âge (Leach *et al.*, 2024). De plus, les femmes enceintes constituent un groupe à risque particulier en raison des demandes circulatoires accrues du fœtus et d'une capacité d'adaptation réduite (Giersch *et al.*, 2022 ; Kuehn et McCormick, 2017 ; Lundgren *et al.*, 2013). Pour une femme enceinte, le travail est alors considéré comme dangereux lorsque la température ambiante dépasse 28 °C (Torche, 2023). Par ailleurs, les personnes s'identifiant au genre féminin sont souvent plus susceptibles de signaler des impacts sur leur santé mentale et physique, notamment les symptômes liés à la chaleur, que celles s'identifiant au genre masculin (Denham et Rickards, 2022 ; Vu *et al.*, 2025).

Problèmes de santé chroniques. Les personnes atteintes de maladies chroniques ou préexistantes (comme les maladies cardiovasculaires ou respiratoires, le diabète) sont plus sensibles aux impacts climatiques (Benhamou et Flamand, 2023 ; Flouris *et al.*, 2025 ; USGCRP, 2016, chapitre 9). Les personnes qui présentent un surplus pondéral sont également plus susceptibles de présenter des atteintes à la suite d'une exposition excessive à la chaleur (Adam-Poupart *et al.*, 2012). De plus, certaines conditions de santé préexistantes comme l'asthme, les migraines ou l'hypotension artérielle peuvent rendre les déplacements vers le travail trop risqués ou forcer les travailleurs à prendre des

congé de maladie (Denham et Rickards, 2022). La prise de certains médicaments (diurétiques, sédatifs, antidépresseurs, etc.) est susceptible d'entraîner une déshydratation chez certaines personnes et ainsi augmenter leur sensibilité à la chaleur (USGCRP, 2016, chapitre 9). Enfin, les personnes ayant certains handicaps mentaux ou sensoriels peuvent avoir une plus grande difficulté à prendre conscience des menaces pour la santé ou à prendre des mesures pour éviter ou limiter les risques (USGCRP, 2016, chapitre 9 ; Torche, 2023).

État d'acclimatation. Les personnes nouvellement embauchées ou ayant une faible ancienneté présentent un risque accru de développer des maladies liées à la chaleur lorsqu'elles ne bénéficient pas d'une période d'acclimatation suffisante (Schulte *et al.*, 2016). Toutefois, même chez les travailleurs expérimentés, une phase d'acclimatation demeure essentielle au début de la saison chaude afin de limiter la contrainte physiologique associée à l'exposition à la chaleur. Cet état d'acclimatation se traduit notamment par une sudation plus précoce et plus abondante, une régulation plus efficace de l'eau et des électrolytes, ainsi que par une réduction de la fréquence cardiaque et de la température corporelle centrale pour un même niveau d'effort. Ces adaptations permettent ainsi aux personnes acclimatées de tolérer des niveaux de chaleur plus élevés comparativement à celles qui ne le sont pas (Flouris *et al.*, 2025 ; Giersch *et al.*, 2022 ; Notley *et al.*, 2025; Renberg *et al.*, 2022).

Port d'équipements de protection individuelle (EPI) en conditions chaudes. Le port de certains EPI peut accroître le stress thermique et rendre le travail plus dangereux. Par exemple, le port de tenues obligatoires, comme les combinaisons semi-perméables ou imperméables, peut entraver la sudation, limitant alors la dissipation de la chaleur corporelle et exacerbant le stress thermique (ANSES, 2018 ; Benhamou et Flamand, 2023 ; Cefaliello, 2023 ; Flouris *et al.*, 2025). Cette problématique a notamment été observée durant la pandémie de COVID-19, alors que les activités de triage étaient souvent menées à l'extérieur des hôpitaux, sous des tentes difficiles à climatiser. Le personnel soignant était alors exposé à un stress thermique dû à l'environnement, exacerbé par la réduction des pertes de chaleur liée au port d'EPI comprenant généralement une combinaison de protection imperméable, un masque, une visière ou des lunettes de protection, ainsi que des gants en latex (Daanen *et al.*, 2020). Par ailleurs, les agents de police patrouillant à moto et tenus de porter un gilet pare-balles sont aussi soumis à des contraintes thermiques importantes. Avec l'ajout de l'uniforme complet, incluant le casque et les gants qui sont obligatoires pour la conduite à moto, les espaces de dissipation de la chaleur sont fortement réduits, entraînant une hausse de la température corporelle interne (Vezeau *et al.*, 2021).

Îlots de chaleur urbaine et logements inadéquats. Les travailleurs vivant dans des îlots de chaleur urbains ou dans des logements mal isolés ou non climatisés ne peuvent récupérer adéquatement durant la nuit, ce qui réduit leur tolérance physiologique à la chaleur et leur adaptabilité le jour suivant, augmentant ainsi les risques de blessures (ANSES, 2018 ; CCHST, 2023 ; Naton, 2023). Ces travailleurs subissent des effets

cumulatifs, car leur exposition professionnelle est exacerbée par leur situation résidentielle (USGCRP, 2016, chapitre 9), et ce, même lorsque le travail est effectué à l'extérieur du domicile. Pour les personnes travaillant à domicile, les risques climatiques sont exacerbés si le logement n'est pas correctement équipé pour faire face aux conditions chaudes, comme un manque d'isolation ou de climatisation (Denham et Rickards, 2022).

Zones à haut risque : Les personnes vivant dans des logements locatifs peuvent être plus touchées par les effets des CC puisqu'elles n'ont souvent que peu de contrôle sur la qualité de leur habitation (Denham et Rickards, 2022). Également, des groupes économiquement défavorisés sont souvent plus exposés aux inondations, car la disponibilité de logements moins chers se trouve dans des zones à risque (CCHST, 2023). Par exemple, dans la vallée de l'Ahr en Allemagne, touchée par les inondations en 2021, beaucoup plus de locataires vivaient dans la plaine inondable définie légalement que de propriétaires (EEA, 2024).

Expérience de sinistre ou antécédents de trauma. Être soi-même sinistré ou avoir vécu des traumatismes antérieurs augmente la vulnérabilité psychologique aux CC (Adam-Poupart *et al.*, 2019).

En revanche, les recherches indiquent que certains **facteurs dits « de protection »** peuvent contribuer à réduire les risques auxquels sont exposés les travailleurs dans le contexte des CC. Parmi ces facteurs, la reconnaissance du travail accompli ainsi que la gratitude exprimée par l'employeur ou par la communauté jouent un rôle important en renforçant le bien-être et la résilience, notamment chez les premiers répondants à la suite d'EME (Adam-Poupart *et al.*, 2019). Le soutien social — qu'il provienne de la famille, de collègues ou de la communauté — ainsi qu'un fort sentiment d'efficacité collective constituent également des éléments clés pour atténuer les effets psychologiques négatifs (CCHST, 2023 ; Maistrello *et al.*, 2025). De plus, une formation adéquate, un accès à de l'information sur les risques et les mesures de prévention ainsi que de l'expérience de terrain préalable permettent au personnel de mieux gérer les situations potentiellement dangereuses (Naton, 2023).

L'organisation du travail représente un autre facteur protecteur important : des horaires adaptés, des pauses fréquentes, des activités d'accompagnement en fin de journée ainsi que des stratégies favorisant la prise en charge de sa santé (ex. hydratation, repos) contribuent à réduire les risques. Une attention accrue doit aussi être accordée aux groupes plus vulnérables, notamment les femmes enceintes, les jeunes, les travailleurs temporaires ou ceux ne maîtrisant pas la langue locale, qui nécessitent des mesures particulières en matière d'information, de formation et de protection (Adam-Poupart *et al.*, 2012 ; Torche, 2023). Enfin, la résilience individuelle, soit la capacité à s'adapter, à gérer le stress et à surmonter les difficultés, constitue un élément déterminant pour limiter les impacts négatifs des CC (Adam-Poupart *et al.*, 2019).

7. COMPLEXITÉ DES INTERRELATIONS ENTRE LES RISQUES CLIMATIQUES

7.1 Nature multifactorielle et interconnectée des risques

Les risques climatiques ne sont pas des phénomènes isolés : ils s'entrecroisent et s'amplifient de manière systémique, créant un véritable cercle qui met à l'épreuve la santé et la sécurité des travailleurs. Ce cercle s'autoalimente : un travailleur fatigué par la chaleur est moins vigilant, ce qui augmente le risque d'accident, tandis que sa physiologie modifiée le rend plus vulnérable aux polluants et aux infections. Chaque incrément de réchauffement mondial complexifie ces interactions et rend leur gestion plus difficile pour les systèmes de santé au travail (Flouris *et al.*, 2025 ; Morris *et al.*, 2020 ; Notley *et al.*, 2025).

Voici quelques exemples illustrant la façon dont ces risques s'entrecroisent et s'amplifient :

Synergie entre stress thermique et polluants chimiques. L'augmentation des températures ambiantes, qu'elles soient en milieu intérieur ou extérieur, interagit avec l'environnement chimique pour accroître la toxicité des agents auxquels sont exposés les travailleurs. En effet, certaines réponses physiologiques induites par la chaleur – comme la vasodilatation cutanée, l'augmentation de la sudation et la hausse du taux de ventilation pulmonaire – favorisent l'absorption cutanée et inhalée de substances toxiques. Cela inclut notamment les pesticides et l'ozone (Adam-Poupart *et al.*, 2012 ; Adam-Poupart *et al.*, 2015 ; USGCRP, 2016, chapitre 3 ; Rahman *et al.*, 2022 ; Schulte *et al.*, 2016). Par ailleurs, la hausse des températures accentue l'évaporation des produits chimiques volatils, augmentant les risques d'exposition par inhalation, et accélère les réactions photochimiques responsables de la formation de l'ozone troposphérique, ce qui peut entraîner des effets synergiques néfastes sur le système respiratoire, en particulier lors d'efforts physiques (Adam-Poupart *et al.*, 2015) (USGCRP, 2016, chapitre 3 ; Rahman *et al.*, 2022). Cette interaction est renforcée dans le contexte des changements climatiques (CC), qui accroissent la fréquence et l'intensité des épisodes de chaleur extrême et des pics de pollution atmosphérique, des expositions concomitantes associées à une augmentation de la mortalité toutes causes confondues, cardiovasculaire et respiratoire, au-delà des effets individuels de chaque facteur (Rahman *et al.*, 2022 ; Yu *et al.*, 2023). Enfin, certains agents chimiques peuvent altérer les mécanismes de thermorégulation, réduisant la capacité d'adaptation des travailleurs au stress thermique et exacerbant ainsi les risques sanitaires liés à la co-exposition chaleur-polluants (ANSES, 2018 ; CCHST, 2023 ; Lan *et al.*, 2022).

Entrecroisement des aléas météorologiques et de la santé mentale. Les risques climatiques ne se contentent pas d'affecter le corps ; ils s'additionnent pour dégrader la santé psychologique. La répétition d'événements extrêmes (inondations, vagues de

chaleur, tempêtes) peut mener à un épuisement professionnel et à une détresse psychologique profonde. L'interaction entre les pertes soudaines de production (ex., récoltes détruites par une sécheresse) et la réduction de la capacité de travail due à la chaleur rend les risques pour la santé et la sécurité alimentaire beaucoup plus graves (IPCC, 2023). Également, l'incertitude quant à l'avenir et la menace de perte d'emploi liée aux aléas climatiques (comme la fermeture de chantiers ou d'exploitations agricoles) peuvent engendrer une souffrance morale et des troubles anxieux chroniques (ANSES, 2018 ; Naton, 2023).

7.2 Impacts existentiels (solastalgie) et liés à l'incertitude (écoanxiété)

Certains individus peuvent ressentir une détresse liée à la transformation passée ou en cours de l'environnement en raison des CC. Cette forme de souffrance psychique ou existentielle, appelée **solastalgie**, est causée par les pertes ou les altérations perçues dans l'environnement naturel d'une personne. La solastalgie se manifeste par un mal-être lié à la perte de sens, notamment dans certains emplois où l'urgence écologique remet en question la valeur ou l'utilité du travail (Maistrello *et al.*, 2025 ; Naton, 2023).

Les CC génèrent également une inquiétude et une incertitude quant à l'avenir, ce qui se traduit par l'émergence de l'**écoanxiété**. Ce terme désigne une anxiété ou une inquiétude face aux CC et à leurs effets, parfois décrite comme une « peur chronique de la catastrophe environnementale ». L'écoanxiété touche particulièrement les jeunes, mais aussi les travailleuses et travailleurs, notamment quant à l'avenir ou à la sécurité de l'emploi, avec une prévalence plus élevée chez les femmes. Les symptômes de l'écoanxiété incluent la dépression, l'insomnie, le désespoir, les crises de panique, ainsi que des sentiments de perte, d'impuissance, de frustration, de tension, de fatigue et de fatalisme (CCHST, 2023 ; Eurofound, 2023 ; Naton, 2023).

Ces répercussions sur les travailleurs ne peuvent être prises en charge uniquement par l'employeur. Elles nécessitent une approche globale de prévention et d'accompagnement, incluant une communication régulière sur les risques climatiques et les mesures à adopter, afin de maintenir un climat de confiance et d'ouverture. La mise en place de politiques de soutien psychologique ainsi que l'offre de programmes d'aide aux employés représentent également des stratégies pertinentes. Il est donc essentiel de former les gestionnaires et les équipes pour les sensibiliser à la santé mentale, aux risques psychosociaux et aux effets des CC sur le bien-être.

7.3 Effets indirects des CC : enjeux complexes

Les CC entraînent de nombreux effets indirects qui touchent à la fois les écosystèmes, les infrastructures et les conditions de travail (ANSES, 2018 ; Eurofound, 2023 ; Laurent, 2023). Les modifications observées dans les écosystèmes et les ressources naturelles influencent la production agricole, les méthodes de travail en agriculture, en élevage et en pêche, et perturbent les milieux forestiers, notamment en modifiant la répartition de

certaines plantes toxiques (Adam-Poupart *et al.*, 2012 ; ANSES, 2018). Les perturbations économiques liées aux changements observés en agriculture, foresterie, élevage et pêche peuvent également entraîner des baisses de productivité et d'emploi, générant stress, incertitude professionnelle et répercussions sur la santé mentale et physique des individus (Adam-Poupart *et al.*, 2012 ; CCHST, 2023 ; Lamy *et al.*, 2022).

Parallèlement, les événements climatiques extrêmes fragilisent les infrastructures routières, les ponts et les services publics essentiels, compliquant le transport des travailleurs et limitant l'accès à des services critiques comme l'électricité nécessaire au refroidissement (CCHST, 2023 ; Maistrello *et al.*, 2025). La dégradation de certaines infrastructures, notamment dans les régions soumises à la fonte du pergélisol, accroît également les risques d'accident, en particulier pour les travailleurs des secteurs du transport, des mines et des grands chantiers (Adam-Poupart *et al.*, 2012 ; Maistrello *et al.*, 2025). L'environnement bâti est également affecté : les nouveaux bâtiments ou ceux subissant des rénovations afin d'accroître leur efficacité énergétique sont de plus en plus hermétiques. Ces transformations s'accompagnent de défis liés à la qualité de l'air intérieur, notamment en raison de l'accumulation potentielle de gaz et de contaminants, ce qui peut entraîner une augmentation de l'exposition aux polluants intérieurs, tels que le radon, les moisissures ou les composés organiques volatils, lorsqu'une ventilation adéquate n'est pas assurée (ANSES, 2018 ; CCHST, 2023 ; Laurent, 2023 ; Maistrello *et al.*, 2025).

Par ailleurs, la transition écologique entraîne l'émergence de nouveaux risques professionnels dans les « emplois verts », notamment si des mesures de protection appropriées ne sont pas mises en place. Les secteurs des énergies renouvelables, des biocarburants ou du recyclage exposent les travailleurs à des risques traditionnels comme les chutes, les troubles musculosquelettiques, les expositions à des substances chimiques, mais également à des risques émergents (Adam-Poupart *et al.*, 2012 ; ANSES, 2018 ; Laurent, 2023 ; Schulte *et al.*, 2023). Les travaux en hauteur dans l'éolien (Laurent, 2023), la manipulation de micro-organismes et de poussières organiques dans le compostage (ANSES, 2018 ; Laurent, 2023) ou dans la production de biocarburants (Adam-Poupart *et al.*, 2012 ; Schulte *et al.*, 2016), la présence de produits chimiques toxiques dans les panneaux solaires, les lampes fluorescentes compactes et les batteries lithium-ion (ILO, 2023) ou encore l'exposition à des métaux lourds dans le recyclage (Gravel *et al.*, 2022) augmentent les risques d'accidents et de problèmes de santé. Ces secteurs impliqués dans la transition écologique font également face à de nouveaux risques opérationnels, environnementaux et économiques découlant de la multiplication des EME (CCHST, 2023 ; Lamy *et al.*, 2022). Ce bref portrait met en lumière les enjeux complexes auxquels sont confrontés de nouveaux environnements de travail ou des milieux de travail transformés par l'adaptation aux CC.

8. STRATÉGIES DE GESTION ET DE PRÉVENTION DES RISQUES

Les impacts accrus et systémiques des changements climatiques (CC) nécessitent une évolution profonde du système de santé et de sécurité du travail (SST), passant d'une approche réactive à une approche globale, intégrée et préventive. Ainsi, les stratégies de prévention et d'atténuation des risques doivent s'éloigner d'une logique de « gestion de crise » ponctuelle pour adopter une approche structurelle, multidisciplinaire et durable (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021 ; Benhamou et Flamand, 2023 ; Cefaliello, 2023 ; Flouris *et al.*, 2025 ; Naton, 2023). Cette transformation doit s'opérer sur plusieurs axes, allant du décloisonnement des politiques publiques à l'adaptation concrète sur les lieux de travail. En 2016, Schulte et ses collègues ont proposé un cadre de travail permettant d'identifier des pistes d'action prioritaires pour mieux caractériser et comprendre le lien entre la SST et les événements liés aux CC (Schulte *et al.*, 2016). Ce cadre repose sur quatre pistes d'action prioritaires pour garantir que les problèmes de SST soient anticipés, reconnus, évalués et atténués : la recherche, la surveillance épidémiologique et climatique, l'évaluation des risques et la gestion des risques. Les sous-sections suivantes traitent de stratégies concernant la surveillance épidémiologique et climatique, l'évaluation et la gestion des risques, alors que des pistes de recherche sont proposées au chapitre 10.

8.1 Surveillance épidémiologique et climatique

La surveillance épidémiologique constitue un pilier essentiel pour cibler les interventions, évaluer leur efficacité et identifier les problèmes émergents liés aux risques climatiques en milieu de travail. Il est nécessaire de mettre en place des systèmes de surveillance des lésions professionnelles associées à la chaleur ou tout autre risque climatique, afin d'orienter les besoins et d'adapter les stratégies de prévention (ANSES, 2018 ; Schulte *et al.*, 2016). La définition d'indicateurs précis, qu'il s'agisse d'accidents ou de maladies, et la collecte systématique de données sur les effets attribuables aux facteurs climatiques, sont indispensables pour suivre l'évolution des risques (Adam-Poupart *et al.*, 2012 ; Schulte *et al.*, 2016). De plus, l'amélioration des systèmes d'alerte précoce, notamment par l'intégration de données météorologiques, permet de prévoir les risques professionnels et d'agir en amont (ANSES, 2018 ; Schulte *et al.*, 2016). Il convient également de modifier les systèmes de surveillance existants pour inclure des données climatiques non limitées à la température, telles que la présence de vecteurs de maladies ou la pollution de l'air (données environnementales), afin de surveiller la morbidité et la mortalité accrues (Kazmierczak *et al.*, 2022 ; Schulte *et al.*, 2016). Cette approche proactive favorise une adaptation continue des mesures de prévention et une meilleure protection des travailleurs.

Par ailleurs, l'incidence accrue et l'expansion géographique des cas de MTV rendent plus difficile la mise en place de programmes de surveillance efficaces. Par exemple, la surveillance épidémiologique du VET repose principalement sur la détection de cas

humains, qui sont des révélateurs tardifs d'une présence virale déjà établie (ANSES, 2025). Par conséquent, tant les médecins du travail que les autres médecins (généralistes ou d'urgence) doivent être sensibilisés et formés sur ces maladies pour améliorer l'identification et la déclaration des cas. Les médecins du travail jouent également un rôle stratégique en s'assurant que des tests sérologiques réguliers soient effectués sur les travailleurs à risque d'infection, en particulier dans les zones fortement endémiques, afin d'éviter des retards de diagnostic et de traitement (Magnavita *et al.*, 2022).

8.2 Évaluation des risques

L'évaluation des risques doit être intégrée de manière systématique dans les plans d'action sur les CC afin d'anticiper et de limiter les impacts sur la SST. L'utilisation et l'amélioration des lignes directrices, des normes et des outils d'évaluation (comme l'indice de stress thermique, WBGT, pour « Wet Bulb Globe Temperature »), sont essentielles pour quantifier les risques et définir des seuils d'intervention (Cannady *et al.*, 2024 ; Cefaliello, 2023). Les avancées technologiques offrent des leviers importants pour réduire les risques SST dans des contextes dangereux. L'utilisation de drones permet notamment l'évaluation des risques, l'enquête post-incident et la surveillance des feux de forêt, contribuant à limiter l'exposition des travailleurs, ainsi que des intervenants d'urgence. Par ailleurs, les vêtements intelligents et les équipements de protection intégrant des capteurs, des systèmes de localisation ou des dispositifs d'enregistrement améliorent la détection précoce des situations à risque, notamment lors d'événements météorologiques extrêmes (Scott *et al.*, 2024).

En plus de l'utilisation des outils d'évaluation actuels, le développement de nouveaux modèles de prévision et d'évaluation des risques, intégrant à la fois les données de SST et les données climatiques, permettra d'évaluer la vulnérabilité de la main-d'œuvre et l'efficacité des systèmes de réponse d'urgence. L'évaluation doit aussi prendre en compte les facteurs de susceptibilité individuels (facteurs aggravants), tels que l'âge, l'état de santé, la prise de médicaments ou l'état d'acclimatation, qui influencent la réponse aux dangers climatiques (Schulte *et al.*, 2016).

Plus spécifiquement, l'élaboration de scénarios d'urgence pour la protection des travailleurs en cas de perturbation des infrastructures par des événements météorologiques extrêmes est indispensable pour garantir la résilience des organisations (Schulte *et al.*, 2016). De la même façon, des évaluations de risques peuvent permettre de reconnaître les dangers associés à l'exposition accrue aux tiques, moustiques ou autres insectes porteurs de maladie, ainsi qu'aux produits chimiques dangereux comme les insecticides, afin d'identifier les populations de travailleurs vulnérables et d'adopter les mesures de contrôle appropriées (ILO, 2023). En mettant en place des campagnes de dépistage ciblant des populations de travailleurs ou en effectuant des études de séroprévalence sur des groupes à risque, on peut estimer la fréquence de l'exposition aux MTV chez les personnes les plus exposées (ANSES, 2025).

8.3 Gestion des risques

Les stratégies de gestion et de prévention des risques requièrent une approche multidisciplinaire, adaptée au contexte de travail et s'inscrivent dans une hiérarchie de mesures, allant de l'élimination du risque à la source (le plus efficace) aux mesures de protection individuelle (dernier recours) (CCHST, 2023). Étant donné qu'il est pratiquement impossible d'éliminer ou de substituer le danger climatique, c.-à-d. la hausse des températures qui favorise l'augmentation des risques professionnels liés aux CC, les mesures présentées ci-après se concentrent sur les contrôles d'ingénierie, les contrôles administratifs et les interventions individuelles et personnelles avec, dans un premier temps, une réflexion sur le décloisonnement et l'intégration de politiques à l'échelle nationale, voire internationale.

8.3.1 Décloisonnement et intégration des politiques

La gestion des risques liés aux CC en SST requiert une collaboration multidisciplinaire et multisectorielle, impliquant la santé publique, l'aménagement du territoire, le secteur du bâtiment et celui de l'emploi (Kazmierczak *et al.*, 2022). Les organismes internationaux, tels que l'OIT, insistent sur l'intégration des préoccupations climatiques dans les politiques de SST, soulignant que ces enjeux doivent être intégrés à tous les niveaux des politiques, des programmes et des profils de SST, et non être simplement considérés comme une réflexion secondaire (Scott *et al.*, 2024). L'établissement de cadres juridiques nationaux qui intègrent à la fois les objectifs environnementaux et ceux liés au travail est essentiel pour garantir que les mesures d'adaptation favorisent l'emploi tout en protégeant les travailleurs. Par exemple, la définition de seuils de température maximum sécuritaires selon le secteur et le type de travail ainsi que l'élaboration de normes sur la protection thermique des bâtiments relèvent de la responsabilité des autorités publiques et des employeurs (Torche, 2023).

L'évolution souhaitée dans la gestion des risques liés aux CC en SST implique le décloisonnement des politiques publiques, afin de promouvoir une perspective de santé globale reliant la santé au travail, la santé publique et la santé environnementale. L'intégration de la SST dans les plans d'action sur les CC et les efforts de santé publique, l'harmonisation des cadres législatifs et la création de fonds dédiés à la prévention primaire sont des recommandations majeures (Schulte *et al.*, 2016). Cette orientation est notamment partagée par le Conseil économique, social et environnemental de France qui, dans un contexte d'accélération du dérèglement climatique, répond aux préoccupations actuelles du monde du travail en préconisant un recentrage sur la prévention primaire, afin d'investir dans la recherche et dans l'amélioration des conditions de travail, en mettant l'accent sur l'adaptation aux CC et à la réduction des risques (Naton, 2023).

Une harmonisation et une adoption de mesures réglementaires sont nécessaires, car la plupart des législations sont encore orientées vers la gestion d'événements exceptionnels (Benhamou et Flamand, 2023). Il est important de promouvoir et de soutenir l'élaboration

et la mise en œuvre de plans d'action et de programmes spécifiques aux milieux de travail pour évaluer et limiter les effets des CC sur les travailleurs. Ces programmes doivent être conçus de manière à être efficaces, spécifiques, réalisables d'un point de vue pratique, viables économiquement et durables sur le plan environnemental (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021 ; Flouris *et al.*, 2025).

Les cadres légaux et normatifs doivent s'adapter aux nouvelles réalités climatiques. Cela inclut l'intégration du risque canicule comme intempérie dans les ententes collectives, le renforcement de la réglementation et de la délivrance de permis dans les zones à risque (ex., zones inondables), et la mobilisation des législateurs et des acteurs de la prévention pour instaurer une culture de prévention durable (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021 ; ANSES, 2018 ; Naton, 2023 ; Torche, 2023). Toutefois, dans les pays où une législation explicite est inexistante, le respect des recommandations par les employeurs n'est pas garanti, d'où la nécessité d'une harmonisation et d'une adoption de mesures réglementaires adaptées (Cefaliello, 2023). En matière de pollution atmosphérique, les stratégies d'atténuation et de prévention à la source sont privilégiées, car elles réduisent l'exposition de l'ensemble de la population sans imposer de fardeau individuel. Les décideurs doivent adopter des mesures compensant l'augmentation des niveaux d'ozone due aux CC, notamment par des réductions supplémentaires des émissions de précurseurs d'ozone et des interventions ciblées dans les zones à forte concentration de pollution (USGCRP, 2016, chapitre 3 ; Laumbach et Cromar, 2022).

Enfin, l'intensification des EME impose un besoin urgent d'élaborer des stratégies d'atténuation et de prévention en SST, tant pour les impacts physiques que psychosociaux (Adam-Poupart *et al.*, 2019). Si la littérature met l'accent sur la surveillance des modèles climatiques et le réaménagement du territoire, il est impératif que les autorités gouvernementales, les employeurs et les travailleurs collaborent pour développer des approches intégrées et hiérarchisées, adaptées aux contextes locaux et sectoriels (Scott *et al.*, 2024).

8.3.2 Mesures d'ingénierie

Les mesures d'ingénierie permettent de contrôler le danger à la source et, conséquemment, de diminuer les risques pour la santé et la sécurité des travailleurs. Ces mesures d'ingénierie doivent, autant que possible, être intégrées dès la conception des bâtiments, des équipements et des espaces de travail.

Stratégies de modification de l'environnement de travail. La transformation de l'environnement physique constitue une première ligne de défense contre les risques climatiques. L'aménagement de structures d'ombrage, l'installation de voiles solaires, de tentes et d'abris ainsi que la végétalisation des toits et façades contribuent à réduire l'exposition à la chaleur et au rayonnement UV (Flouris *et al.*, 2025 ; Kazmierczak *et al.*, 2022 ; Reinau *et al.*, 2013 ; Symanzik et John, 2022 ; Torche, 2023). L'ajout d'espaces verts en milieu urbain aide à réduire les températures ambiantes et améliore le confort

thermique des travailleurs en extérieur (Kazmierczak *et al.*, 2022). L'amélioration de la ventilation et de l'aération des postes de travail, l'utilisation de systèmes de climatisation et de refroidissement de l'air ainsi que l'isolation des machines et des équipements permettent de maintenir des conditions de travail sécuritaires et de limiter la chaleur radiante (Borg *et al.*, 2021 ; Flouris *et al.*, 2025 ; Jafari Nodoushan *et al.*, 2025 ; Torche, 2023).

Automatisation, mécanisation et barrières physiques. La réduction du travail manuel intense par la mécanisation et l'automatisation des tâches physiques, notamment à l'extérieur (secteurs de l'agriculture et de la construction), diminue l'exposition directe aux risques climatiques (Borg *et al.*, 2021 ; Ioannou *et al.*, 2022). La mise en place de clôtures dans certains environnements de travail pour limiter les contacts avec la faune sauvage constitue une mesure d'ingénierie efficace contre les animaux porteurs de tiques, par exemple (ILO, 2023). Dans les environnements bâtis, l'incidence des MTV peut être limitée par la capacité d'adaptation des populations, notamment par l'utilisation de moustiquaires aux fenêtres et par la climatisation, qui réduisent l'exposition homme-vecteur (USGCRP, 2016, chapitre 5). L'utilisation de systèmes de filtration de l'air, tels que les filtres HEPA (*High-Efficiency Particulate Air*), réduit l'exposition aux polluants atmosphériques (Laumbach et Cromar, 2022). La couverture et la brumisation des matériaux de construction, ainsi que le transport couvert de ces matériaux, sont recommandées pour limiter la dispersion de poussières et de particules fines (Khan *et al.*, 2023). Ces stratégies peuvent assurer une protection collective et ainsi réduire la dépendance au comportement individuel dans la gestion des risques (ANSES, 2025 ; Scott *et al.*, 2024).

Gestion et réduction des émissions à la source. La stratégie la plus efficace pour contrer la pollution atmosphérique repose sur la réduction des émissions à la source. Cela inclut la limitation et la standardisation des véhicules, la promotion des transports publics et du vélo, et l'évitement de l'utilisation de combustibles à forte teneur en soufre. L'établissement de directives et de formations préventives ainsi que l'utilisation d'équipements de protection individuelle adaptés (masques, lunettes) complètent ces mesures pour protéger les travailleurs, notamment en ce qui concerne l'exposition simultanée à la chaleur et à la pollution (Barthwal *et al.*, 2022 ; Laumbach et Cromar, 2022).

Accès à l'eau, hygiène et sécurité alimentaire. L'accès à de l'eau potable fraîche à proximité des postes de travail et des aires de repos est essentiel pour prévenir la déshydratation (Torche, 2023). Dans le secteur de l'élevage, la pasteurisation du lait et l'immunisation précoce des animaux sont des mesures clés pour limiter la transmission de virus et garantir la sécurité sanitaire des produits laitiers. Ces interventions contribuent à réduire les risques liés à la consommation de produits contaminés (ANSES, 2025).

8.3.3 Mesures administratives et organisationnelles

Dans l'objectif de diminuer les risques SST liés aux CC, les employeurs sont encouragés à adopter des mesures organisationnelles innovantes, telles que la réorganisation du travail, l'ajustement des horaires pour éviter les périodes de chaleur intense, la réduction de la charge physique lors des pics de température, la rotation des tâches et l'autorégulation du rythme de travail. Ces stratégies permettent de limiter l'exposition individuelle et d'adapter l'intensité du travail aux conditions climatiques. Par ailleurs, la consultation des salariés à chaque étape d'un programme de prévention est un levier incontournable pour garantir l'efficacité et la pérennité des actions entreprises. La réussite des mesures de prévention repose entre autres sur l'implication active des différents acteurs (employeurs, travailleurs, autorités sanitaires, etc.), comme l'a indiqué Bakhiyi et ses collègues, à la suite d'un exercice d'identification des mesures d'adaptation à mettre en place pour les travailleurs de professions présentant un niveau de risque très élevé vis-à-vis la hausse des vagues de chaleur (Bakhiyi *et al.*, 2022b). Enfin, une approche contextualisée et adaptée aux réalités locales favorise l'acceptabilité et l'efficacité des actions, notamment dans la gestion des risques liés aux MTV et aux EME.

8.3.3.1 Formation, sensibilisation et soutien

La formation des travailleurs, notamment des plus jeunes, est essentielle pour reconnaître les symptômes liés à la chaleur et adopter les bonnes pratiques d'acclimatation. La mise en place de plans d'action intégrés au système de gestion SST, afin d'évaluer et de limiter la contrainte thermique, et l'utilisation de systèmes d'alerte et de prévisions météorologiques permettent de se préparer et d'initier des réponses en temps opportun. La sensibilisation des gestionnaires et des employeurs ainsi que la vulgarisation des outils de prévention constituent des approches particulièrement importantes dans les secteurs de la construction et de l'agriculture (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021 ; Amodu *et al.*, 2023 ; Bakhiyi *et al.*, 2022b ; Cefaliello, 2023 ; Flouris *et al.*, 2025 ; Foster, Hodder, Lloyd, *et al.*, 2020 ; Ioannou *et al.*, 2022 ; Jafari Nodoushan *et al.*, 2025 ; Khorshid et Song, 2025 ; Morris *et al.*, 2021).

Plusieurs applications pour téléphones intelligents ont été développées afin de fournir aux travailleurs des informations en temps réel sur le stress thermique. Par exemple, l'utilitaire de l'IRSST pour la contrainte thermique due à la chaleur en milieu de travail (Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail [IRSST], 2019) ou le OSHA-NIOSH Heat Safety Tool (Occupational Safety and Health Administration [OSHA], s.d.). D'autres dispositifs reposent sur des prévisions météorologiques à moyen terme. Ils offrent une évaluation individualisée des risques liés au stress thermique sur des horizons pouvant atteindre un mois, comme la plateforme HEAT SHIELD (Flouris *et al.*, 2025 ; Morris *et al.*, 2021). Par ailleurs, l'implantation de systèmes de binômes (*buddy systems*) est recommandée afin de favoriser la surveillance mutuelle de l'état de santé, cette approche étant particulièrement pertinente dans la mesure où l'autoévaluation de sa propre tolérance à la chaleur peut s'avérer difficile (Flouris *et al.*, 2025 ; Ioannou *et al.*,

2022). Assurer un soutien social des collègues et des superviseurs, et offrir une compensation adaptée (ex., opter pour une rémunération à l'heure plutôt qu'à la pièce) contribuent à réduire les risques liés aux CC. L'accès aux soins de premiers secours, à l'assistance médicale et à la surveillance médicale complète ce dispositif de soutien (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021 ; Amoadu *et al.*, 2023 ; Jafari Nodoushan *et al.*, 2025).

8.3.3.2 Mesures spécifiques selon le type de risque climatique

Chaleur intense et vagues de chaleur. La réorganisation des cycles travail-repos, l'ajustement des horaires, la réduction de la charge de travail et la rotation des tâches sont des mesures clés. Une augmentation de la fréquence et de la durée des pauses de récupération doit être considérée en fonction de la température ambiante et de l'intensité du travail. Des pauses courtes et fréquentes sont souvent plus efficaces que des pauses longues et peu nombreuses. L'ajustement des horaires de travail peut inclure de commencer la journée de travail plus tôt ou de prendre une pause lunch prolongée en milieu de journée pour éviter les pics de température (Bakhiyi *et al.*, 2022b ; Ioannou *et al.*, 2022 ; Morris *et al.*, 2020 ; Torche, 2023). Diminuer l'intensité physique des tâches lors des périodes de chaleur intense et mettre en place un système de rotation des postes ou du personnel, permettent de réduire la production de chaleur métabolique (Amoadu *et al.*, 2023 ; Torche, 2023). Enfin, encourager et permettre aux travailleurs de s'auto-réguler, c'est-à-dire de ralentir ou d'arrêter le travail lorsque la chaleur augmente, et permettre l'acclimatation physiologique progressive à la chaleur, en particulier pour les nouveaux employés ou au début de la saison chaude, sont des mesures à considérer. L'acclimatation est essentielle pour réduire la contrainte thermique et il est important d'alléger les tâches des travailleurs insuffisamment acclimatés (Flouris *et al.*, 2025 ; Morris *et al.*, 2020 ; Torche, 2023).

Sécheresses, inondations et tempêtes. Face aux conséquences psychologiques observées, notamment chez les agriculteurs à la suite de périodes répétées de sécheresse, il est suggéré de mettre en place des réseaux de « sentinelles » bénévoles, des plateformes téléphoniques d'aide psychosociale et des groupes d'entraide (Simon, 2023). Pour les intervenants de première ligne qui doivent affronter des inondations et des tempêtes, le développement d'outils d'information sur les risques sanitaires liés à l'eau et la mise en place de mécanismes de solidarité sont recommandés pour diminuer la tension sociale post-événement (Adam-Poupart *et al.*, 2019). Le financement d'une aide au répit pourrait également permettre aux travailleurs en situation de surmenage de prendre des congés.

Maladies à transmission vectorielle (MTV). Les mesures administratives visent à modifier les comportements et les pratiques de travail pour réduire l'exposition aux MTV. Ces mesures incluent la modification des horaires de travail pour limiter l'exposition aux vecteurs, l'implication des parties prenantes et le dialogue entre acteurs locaux (employeurs, travailleurs, autorités sanitaires, etc.), afin d'assurer la pertinence,

l'acceptabilité et l'efficacité des actions prises par les entreprises pour réduire les risques d'infection (ANSES, 2025 ; ILO, 2023; Vonesch *et al.*, 2016). L'éducation et la formation des travailleurs de plein air, la nomination d'ambassadeurs de l'éducation sur les MTV au sein des organisations et l'adaptation des communications aux modes utilisés par les travailleurs sont par ailleurs essentielles pour améliorer la prévention (Fellin *et al.*, 2024 ; Magnavita *et al.*, 2022).

Pollution atmosphérique. L'éducation, la formation et la communication des risques aux travailleurs permettent d'atténuer les effets des pics de pollution. Il est notamment essentiel de sensibiliser les travailleurs en extérieur aux divers risques professionnels liés à une mauvaise qualité de l'air, d'encourager l'utilisation de mesures de protection adéquates et d'assurer l'adhésion aux directives préventives (Barthwal *et al.*, 2022 ; Khan *et al.*, 2023 ; Laumbach et Cromar, 2022). Dans le contexte de l'augmentation des températures estivales, il est crucial de mettre en place des mesures préventives ciblant particulièrement les travailleurs les plus sensibles aux effets de la chaleur et de la pollution. Dans ces conditions, les agences de qualité de l'air doivent fournir des informations pertinentes pour aider à la prise de décision et promouvoir l'utilisation d'indicateurs comme le WBGT pour évaluer le stress thermique (Adam-Poupart *et al.*, 2015).

Rayonnement UV. La planification du travail pour éviter les heures de forte intensité solaire et la rotation des tâches pendant les heures de pointe de rayonnement UV sont des mesures recommandées (Reinau *et al.*, 2013 ; Symanzik et John, 2022). L'amélioration de la littératie en santé par le biais de programmes de formation spécialisés pourra aider les employés à mieux comprendre le risque associé à l'exposition aux rayons UV solaires. Par ailleurs, les stratégies d'intervention doivent être basées sur des théories psychologiques afin de surmonter les attitudes et d'encourager les changements de comportement, car l'attitude des travailleurs envers le bronzage, et leur manque de connaissances, freinent souvent l'adoption des mesures de protection (Cherrie et Cherrie, 2022 ; Reinau *et al.*, 2013). L'utilisation d'outils numériques simples, mais efficaces (applications, cartes dosimétriques UV, indice UV, plateformes d'information via les médias sociaux) pour informer les travailleurs est fortement recommandée. Il est à noter que les interventions numériques peuvent être aussi ou même plus efficaces que les interventions conventionnelles (John *et al.*, 2021 ; Symanzik et John, 2022). Un programme de surveillance de la santé en milieu de travail, incluant des examens périodiques de la peau pour les populations à risque, complète ces mesures.

8.3.4 Interventions individuelles et personnelles

La protection individuelle contre les risques climatiques repose sur une combinaison d'EPI adaptés, de comportements préventifs et, lorsque possible, de mesures médicales comme la vaccination. L'information, la formation et l'accès à des équipements appropriés sont essentiels pour permettre aux travailleurs de limiter leur exposition et de préserver leur santé face aux aléas climatiques.

8.3.4.1 Chaleur : hydratation et refroidissement

Pour faire face aux épisodes de chaleur, il est essentiel que les travailleurs adoptent des stratégies d'hydratation rigoureuses. Boire fréquemment de l'eau fraîche ou des boissons électrolytiques, non seulement pendant le travail, mais aussi avant et après, aide à prévenir la déshydratation (Adam-Poupart, Nicolakakis, *et al.*, 2021 ; Bakhiyi *et al.*, 2022b ; Flouris *et al.*, 2025 ; Foster, Hodder, Goodwin, *et al.*, 2020 ; Ioannou *et al.*, 2022 ; Khorshid et Song, 2025 ; Morris *et al.*, 2020).

Le refroidissement individuel est également crucial : le port de vêtements amples et légers, de préférences en fibres naturelles comme le coton ou le lin, favorise l'évacuation de la chaleur corporelle. L'utilisation de parasols, de chapeaux à large bord ou de casquettes peut aussi contribuer à limiter l'élévation de la température corporelle, bien que ces mesures puissent s'avérer insuffisantes en conditions de chaleur intense (Ioannou *et al.*, 2022 ; Torche, 2023). Il existe aujourd'hui des gilets, vêtements et accessoires rafraîchissants conçus spécifiquement pour les travailleurs exposés à des températures élevées (Flouris *et al.*, 2025 ; Morris *et al.*, 2020 ; Saidi et Gauvin, 2022). Ces équipements de protection individuelle, reposant notamment sur des mécanismes de refroidissement par évaporation, par matériaux à changement de phase (PCM) ou par éléments réfrigérants, peuvent atténuer le stress thermique et améliorer le confort des travailleurs, en particulier lorsque le port d'autres EPI limite la dissipation de la chaleur.

Enfin, d'autres méthodes incluent l'immersion des mains ou des avant-bras dans l'eau froide lors des pauses, l'ingestion de glace pilée, ou encore l'utilisation de brumisateurs ou de ventilateurs portatifs pour un soulagement temporaire (Foster, Hodder, Goodwin, *et al.*, 2020 ; Ioannou *et al.*, 2022 ; Khorshid et Song, 2025 ; Morris *et al.*, 2020).

8.3.4.2 Feux de forêt et fumées : EPI spécialisés et protocoles de surveillance

Pour les travailleurs exposés aux feux de forêt, comme les pompiers forestiers, la prévention passe par l'amélioration des conditions de travail et la mise en place de protocoles de surveillance de la santé. L'utilisation d'EPI adaptés pour contrer l'exposition aux fumées toxiques (benzène, toluène, etc.) est indéniablement une mesure essentielle puisque ces équipements visent à limiter l'inhalation de substances cancérigènes lors des interventions (Chulvi et Castro, 2023).

8.3.4.3 Maladies à transmission vectorielle (MTV) : vaccination, vêtements et insectifuges

Pour les travailleurs de plein air exposés aux maladies transmises par les insectes (comme les tiques et les moustiques), la vaccination, lorsqu'elle est disponible, constitue une première ligne de défense. Par exemple, en Europe, les programmes de vaccination comme ceux contre l'encéphalite à tiques sont encouragés, voire rendus obligatoires, pour les personnes exposées professionnellement (ANSES, 2025 ; Kazmierczak *et al.*,

2022). Actuellement, aucun vaccin n'est disponible contre les deux MTV les plus fréquentes au Québec, soit la ML et la fièvre du Nil occidental (INSPQ, 2026). En l'absence de vaccin, la prévention repose sur le port de vêtements couvrants (y compris les chaussures et les guêtres), idéalement traités à la perméthrine, ainsi que sur l'application d'insectifuges sur la peau exposée (ANSES, 2025 ; Magnavita *et al.*, 2022 ; Vonesch *et al.*, 2019). L'utilisation de moustiquaires est également recommandée contre la transmission de certaines zoonoses (Kazmierczak *et al.*, 2022).

Dans la gestion des tiques ou piqûres après l'exposition, il est recommandé de procéder à un examen corporel minutieux, de retirer rapidement les tiques avec la technique appropriée (à l'aide de pinces), de prendre une douche ou un bain dans les deux heures suivant l'exposition et de sécher les vêtements à haute température pendant une heure afin de s'assurer d'avoir éliminé les tiques restantes (Magnavita *et al.*, 2022). Quant aux premiers répondants et travailleurs impliqués dans le nettoyage de zones inondées, ils doivent être informés des menaces pathogènes et porter un équipement de protection individuelle approprié pour éviter l'exposition aux agents pathogènes hydriques (Kazmierczak *et al.*, 2022).

8.3.4.4 Pollution atmosphérique : Masques, lunettes et adaptation des comportements

Lorsque la pollution atmosphérique atteint des niveaux dangereux, le port d'EPI comme les masques respiratoires filtrants et les lunettes de protection est fortement recommandé, surtout pour les travailleurs en extérieur. Toutefois, l'efficacité des masques est très variable, dépendant du type de masque et de l'attention portée à son ajustement. De plus, le port du masque — incluant les masques filtrants — peut entraîner de l'inconfort, dont une chaleur ressentie au visage, une transpiration accrue, une impression de difficulté à respirer et des maux de tête, surtout lorsqu'il y a coexistence d'une hausse de la pollution atmosphérique et d'une vague de chaleur (Barthwal *et al.*, 2022 ; Laumbach et Cromar, 2022). Il est aussi conseillé de limiter l'effort physique lors des pics de pollution et, si possible, de déplacer les tâches exigeantes à des moments où la qualité de l'air est meilleure. En cas de pollution extrême (incendies, tempêtes de poussière), il est fortement recommandé de rester à l'intérieur, mais pour ceux qui doivent travailler dehors, prendre des pauses à l'intérieur et réduire l'intensité des tâches sont des stratégies à privilégier (Laumbach et Cromar, 2022).

8.3.4.5 Rayonnement UV : Vêtements, lunettes et crème solaire

Pour se protéger des rayons ultraviolets, il est recommandé de porter des vêtements couvrants (manches longues, pantalons longs), un chapeau à large bord ou une casquette avec rabat couvrant les oreilles et le cou, et des vêtements ayant un facteur de protection UV. Les lunettes de soleil avec filtres UV protègent contre l'éblouissement et les lésions oculaires (Reinau *et al.*, 2013 ; Symanzik et John, 2022). L'application régulière d'une crème solaire à large spectre (pour bloquer les rayons UVA et UVB), ayant

un facteur de protection (FPS) d'au moins 30, idéalement 50 ou plus, et résistante à l'eau et à la sueur, est essentielle pour les zones non couvertes (Symanzik et John, 2022). Il est également important de s'assurer que les travailleurs appliquent la crème solaire adéquatement et qu'ils soient en mesure de juger de la quantité nécessaire pour atteindre le facteur de protection indiqué sur le produit (Hault *et al.*, 2016).

9. PISTES DE RECHERCHE

Le renforcement de la recherche constitue le socle de toute stratégie efficace pour prévenir les risques à la santé et à la sécurité du travail (SST) induits par les changements climatiques (CC). Un intérêt croissant pour la compréhension de ce domaine est observé et la recherche dans ce secteur est en pleine expansion. Toutefois, face à l'insuffisance de données robustes et à la croissance anticipée des risques professionnels, il est impératif de mobiliser l'expertise scientifique et de structurer la collecte de connaissances (ANSES, 2018). Par exemple, la création d'un observatoire dédié aux effets des CC sur la SST, intégrant l'épidémiologie en santé au travail et la bioclimatologie, permettrait de centraliser et d'analyser les données pertinentes, notamment en associant les circonstances météorologiques aux accidents du travail.

Même si le défi est mondial, la recherche, les interventions et les politiques doivent être adaptées aux contextes locaux pour être réellement efficaces (Maistrello *et al.*, 2025). Les études portant sur les effets des CC sur la santé et la sécurité des travailleurs sont justifiées par la vulnérabilité particulière de cette population, le déficit historique d'attention scientifique sur ce sujet et l'ampleur des risques anticipés qui exigent une réévaluation constante des stratégies de gestion et d'atténuation (Ferrari *et al.*, 2023 ; Schulte *et al.*, 2016). Il est également nécessaire de mener des recherches sur les répercussions des CC sur les inégalités socioprofessionnelles afin d'orienter les politiques publiques et les mesures de prévention vers les groupes les plus vulnérables (Naton, 2023).

Les recherches futures visant à explorer davantage les liens entre les CC et la SST devraient couvrir l'ensemble des enjeux majeurs identifiés dans cet état des lieux. Elles devraient permettre d'aborder ces liens de façon multidimensionnelle (vulnérabilités, impacts psychosociaux, surveillance, modélisation, innovations technologiques et efficacité des interventions) et pourraient s'orienter comme suit :

Recherche fondamentale et acquisition de connaissances

- Approfondir la compréhension des facteurs de vulnérabilité auxquels les travailleurs sont confrontés (ex. l'âge, le statut d'emploi, l'état de santé), en fonction de leur profession et des circonstances de leur exposition aux risques climatiques ;
- Déterminer les interactions complexes entre le climat, les dangers professionnels et les facteurs de vulnérabilité afin d'anticiper leurs effets combinés sur la SST et de mieux cibler les interventions ;
- Analyser l'efficacité des équipements de protection individuelle (EPI) dans des environnements chauds et humides, ainsi que les contraintes thermiques et hydriques associées à leur port ;

- Explorer l'augmentation potentielle de la toxicité de certains agents biologiques et chimiques lors de périodes de chaleur extrême ou de pollution atmosphérique accrue ;
- Évaluer les risques actuels et futurs liés aux aéroallergènes (ex. pollens, moisissures) et aux zoonoses (ex. : maladie de Lyme, virus du Nil occidental) ;

Surveillance, évaluation et gestion des risques

- Valider l'utilisation de dispositifs portables et d'indicateurs physiologiques pour quantifier le stress thermique et définir des limites d'exposition, en portant une attention particulière aux effets de certains médicaments (ex. les bêtabloquants qui peuvent fausser les algorithmes basés sur la fréquence cardiaque) ;
- Développer et appliquer des outils de surveillance pour documenter les impacts des événements météorologiques extrêmes (EME) sur les travailleurs, notamment lors d'inondations et de vagues de chaleur ;
- Explorer la possibilité de combiner plusieurs marqueurs (rythme cardiaque, température cutanée, instabilité de la marche) pour augmenter la sensibilité de détection des coups de chaleur ;
- Renforcer la collecte et l'analyse des données sur les lésions professionnelles liées à la chaleur et à la pollution, notamment via des enquêtes populationnelles.

Étude des impacts psychosociaux

- Documenter les conséquences psychosociales des EME (inondations, chaleur intense, tempêtes, sécheresse) chez différentes populations de travailleurs (notamment dans le secteur agricole et la foresterie), en mettant l'accent sur les facteurs de protection et les stratégies d'adaptation ;
- Explorer les liens entre chaleur, santé mentale et mécanismes biologiques sous-jacents, notamment le risque de trouble de stress post-traumatique ;
- Étudier comment les facteurs psychosociaux du travail et hors travail interagissent avec l'exposition professionnelle à la chaleur.

Vulnérabilités et équité

- S'éloigner des modèles basés sur l'individu « moyen » pour établir des seuils de sécurité individualisés dans l'évaluation du stress thermique, en menant des études ciblées sur les risques selon l'âge, le sexe, la forme physique (dont la présence de maladies chroniques) et l'état d'acclimatation, pour ainsi mieux

comprendre comment ces paramètres modulent la tolérance thermique des individus ;

- Mener des recherches avec des échantillons de grandes tailles et des jeux de données à long terme (études longitudinales) pour mieux comprendre comment les vulnérabilités individuelles ou celles spécifiques à des groupes d'individus interagissent avec les répercussions des CC ;
- Développer des outils d'information et de formation ciblés afin d'améliorer l'accès, la compréhension et l'utilisation des connaissances sur les risques climatiques et les mesures de prévention chez les groupes vulnérables, en tenant compte de leurs contraintes socio-économiques, linguistiques et de santé.

Modélisation, diagnostic et cartographie des risques

- Développer des modèles élargis qui tiennent compte des interactions vecteur-hôte, de l'immunité, de l'évolution des pathogènes, de l'utilisation des terres et des facteurs socio-économiques ;
- Développer des modèles génératifs pour simuler des événements rares (comme les mégafeux de forêt) afin d'enrichir les données d'entraînement des systèmes d'alerte précoce ;
- Soutenir et valider les modèles par des données empiriques spécifiques, incluant l'incertitude et la variabilité des paramètres ;
- Améliorer la cartographie des zones à risque pour les maladies vectorielles, la pollution et les événements météorologiques extrêmes (inondations, feux de forêt), en facilitant une intégration harmonieuse des données provenant de diverses sources (satellites, drones, capteurs au sol).

Perfectionnement technologique

- Explorer les technologies de pointe pour mesure en temps réel des biomarqueurs dans la sueur, les larmes ou la salive pour quantifier le stress physiologique ;
- Explorer les technologies émergentes (ex. système lidar, modèles d'IA robustes) pour une surveillance environnementale plus précise et adaptable aux conditions climatiques afin de surmonter les problèmes de résolution et de masquage (comme la couverture nuageuse ou la canopée) ;
- En foresterie, développer des outils technologiques avancés (apprentissage autosupervisé et modélisation générative) pour faciliter la reconnaissance des espèces afin d'améliorer la surveillance et la résilience des écosystèmes face aux CC.

Éthique, évaluation économique et productivité

- Prendre en considération les préoccupations liées à la protection de la vie privée des travailleurs, au partage des données entre institutions et aux implications éthiques de l'évaluation de « l'aptitude au travail » par des algorithmes ;
- Étudier la rentabilité des technologies portables, en analysant les gains de productivité et la réduction des pertes liées aux maladies professionnelles ;
- Développer des méthodes pour mieux mesurer l'impact du stress thermique en milieu de travail.

Recherche interventionnelle et validation en milieu réel

- Valider la précision des capteurs portables pour l'évaluation du stress thermique dans des situations professionnelles réelles incluant la fatigue, la déshydratation et le manque de sommeil ;
- Passer des résultats de laboratoire à la validation en contexte de travail réel pour identifier les stratégies de prévention les plus efficaces ;
- Favoriser les recherches orientées vers des solutions pratiques impliquant les travailleurs dans des devis de type recherche-action participative.

En somme, la compréhension des liens entre les CC et la SST exige une approche multidisciplinaire, adaptée aux réalités locales, et attentive aux groupes les plus vulnérables. La mobilisation de l'expertise scientifique, le développement d'outils innovants et la validation en milieu réel sont essentiels pour anticiper et atténuer les risques émergents. Enfin, une collaboration étroite entre chercheurs, intervenants et décideurs permettra de transformer les connaissances acquises en mesures concrètes, favorisant la résilience et l'équité au sein des milieux de travail.

CONCLUSION

Les changements climatiques (CC) constituent un déterminant transversal et croissant de la santé et de la sécurité du travail (SST), agissant à la fois sur les plans physique, organisationnel et psychosocial. Au-delà des atteintes à l'intégrité physique bien documentées, l'augmentation des risques psychosociaux apparaît désormais comme un enjeu majeur dans plusieurs milieux professionnels. L'écoanxiété, l'insécurité professionnelle et le stress chronique, exacerbés par l'incertitude climatique, compromettent le bien-être psychologique et la capacité de travail, tout en accentuant les inégalités existantes (ANSES, 2018 ; Naton, 2023). Toutefois, certaines réactions positives telles que l'engagement dans la lutte contre les CC, la mobilisation ou la créativité peuvent émerger lorsque les milieux de travail offrent des leviers d'action concrets, contribuant ainsi à renforcer la résilience individuelle et collective (CCHST, 2023).

Les données scientifiques montrent par ailleurs que la vulnérabilité des travailleurs face aux CC est profondément multidimensionnelle. Elle résulte d'interactions complexes entre facteurs environnementaux, biologiques, professionnels et socio-économiques, et varie selon la nature des tâches, le secteur d'activité et la localisation géographique (ANSES, 2018 ; Schulte *et al.*, 2016). Les travailleurs exerçant à l'extérieur, notamment dans l'agriculture, la construction et certains services, demeurent parmi les plus exposés, de même que ceux impliqués dans les interventions d'urgence lors d'événements climatiques extrêmes (Ferrari *et al.*, 2023). À cet égard, les populations rurales présentent une vulnérabilité accrue en raison de leur forte dépendance à des moyens de subsistance sensibles au climat, ce qui accentue les risques pour la SST (Tang et Ho, 2025).

Sur le plan des connaissances, les avancées scientifiques demeurent inégales selon les secteurs. Les domaines directement liés à la production primaire tels que l'agriculture, la pêche, la foresterie, l'hydroélectricité et les mines disposent d'un corpus de recherche plus développé sur les impacts des CC et les stratégies d'adaptation (Lamy *et al.*, 2022). En Europe, certains secteurs structurés comme le bâtiment et les travaux publics bénéficient également d'une documentation plus étoffée, facilitant la mise en place de mesures de prévention, notamment face aux risques liés à la chaleur (ANSES, 2018). Néanmoins, même dans ces secteurs, les analyses économiques permettant de quantifier les coûts financiers, environnementaux et sociaux des impacts climatiques restent limitées, tandis que les secteurs secondaires et tertiaires accusent un retard notable en matière de préparation et de connaissances (Lamy *et al.*, 2022).

Enfin, ces constats soulignent l'urgence d'adopter une approche intégrée et prospective en SST, capable d'anticiper l'aggravation des dangers existants et l'émergence de nouveaux risques liés aux CC. Le déficit historique de recherche sur la population active justifie le développement de cadres d'analyse dédiés, afin de mieux documenter les expositions, d'orienter les politiques publiques et de soutenir des stratégies d'adaptation

efficaces (Ferrari *et al.*, 2023 ; Schulte *et al.*, 2023). Au-delà de la reconnaissance des risques, la prévention devra s'appuyer sur des actions stratégiques, équitables et adaptées aux contextes professionnels, visant à protéger les travailleurs les plus vulnérables tout en renforçant durablement la capacité des milieux de travail à faire face aux défis climatiques à venir.

BIBLIOGRAPHIE

- Adam-Poupart, A., Labrèche, F., Smargiassi, A., Duguay, P., Busque, M.-A., Gagné, C. et Zayed, J. (2012). *Impacts des changements climatiques sur la santé et la sécurité des travailleurs* (Rapport n° R-733). IRSST. <https://doi.org/10.70010/UKLA8519>
- Adam-Poupart, A., Nicolakakis, N., Anassour-Laouan Sidi, E., Berry, P., Campagna, C., Chaumont, D., . . . Zayed, J. (2021). *Changements climatiques et vulnérabilités à la chaleur des travailleuses et travailleurs canadiens : regard sur les provinces du centre et de l'ouest du Canada*. INSPQ. <https://www.inspq.gc.ca/publications/2791>
- Adam-Poupart, A., Noisel, N., Irace-Cima, A. et Payette, Y. (2021). *Changements climatiques et zoonoses prioritaires : portrait de situation à l'aide des données de la cohorte populationnelle québécoise CARTaGENE*. INSPQ. <https://www.inspq.gc.ca/publications/2738-changements-climatiques-zoonoses-priorisees>
- Adam-Poupart, A., Pouliot, L., Deger, L., Sassine, M.-P. et Boivin, M. (2019). *Impacts psychosociaux négatifs des vagues de chaleur, des inondations, des feux de forêt et des tempêtes chez les travailleurs du Québec*. INSPQ. <https://www.inspq.gc.ca/en/publications/3316>
- Adam-Poupart, A., Smargiassi, A., Busque, M.-A., Duguay, P., Fournier, M., Zayed, J. et Labrèche, F. (2015). *Température estivale, concentrations d'ozone et lésions professionnelles acceptées au Québec* (Rapport n° R-872). IRSST. <https://doi.org/10.70010/IEZL9392>
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. (2018). *Évaluation des risques induits par le changement climatique sur la santé des travailleurs*. ANSES. <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2013SA0216Ra.pdf>
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. (2025). *Analyse des risques liés à l'émergence de l'encéphalite à tiques en France hexagonale*. ANSES. <https://www.anses.fr/system/files/SABA2022-AUTO-0088-RA-REV.pdf>
- Aguilera, R., Corringham, T., Gershunov, A. et Benmarhnia, T. (2021). Wildfire smoke impacts respiratory health more than fine particles from other sources: Observational evidence from Southern California. *Nature Communications*, 12(1), article 1493. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21708-0>
- Alahmad, B., Kessler, W., Alwadi, Y., Schwartz, J., Wagner, G. R. et Michaels, D. (2025). A nationwide analysis of heat and workplace injuries in the United States. *Environmental Health*, 24(1), article 65. <https://doi.org/10.1186/s12940-025-01231-1>

- Amoadu, M., Ansah, E. W., Sarfo, J. O. et Hormenu, T. (2023). Impact of climate change and heat stress on workers' health and productivity: A scoping review. *The Journal of Climate Change and Health*, 12, article 100249. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2023.100249>
- Applebaum, K. M., Graham, J., Gray, G. M., LaPuma, P., McCormick, S. A., Northcross, A. et Perry, M. J. (2016). An overview of occupational risks from climate change. *Current Environmental Health Reports*, 3(1), 13-22. <https://doi.org/10.1007/s40572-016-0081-4>
- Association canadienne de santé publique. (2021). *Maladies infectieuses et changements climatiques au Canada : entretiens avec des informateurs*. ACSP. https://www.cpha.ca/sites/default/files/uploads/resources/idcc/ACSP_MICC_Entretiens_avec_des_informateurs.pdf
- Association québécoise de la maladie de Lyme. (2025). *À savoir sur la maladie de Lyme et ses symptômes persistants*. AQML. <https://aqml.ca/a-savoir-sur-la-maladie-de-lyme-et-ses-symptomes-persistants/>
- Aylward, B., Cunsolo, A., Vriezen, R. et Harper, S. L. (2022). Climate change is impacting mental health in North America: A systematic scoping review of the hazards, exposures, vulnerabilities, risks and responses. *International Review of Psychiatry*, 34(1), 34-50. <https://doi.org/10.1080/09540261.2022.2029368>
- Bakhiyi, B., Adam-Poupart, A., Bourbonnais, R., Busque, M.-A. et Zayed, J. (2022a). *Adaptation des milieux de travail aux effets des changements climatiques. Tome 1 : identification des travailleurs du Québec les plus à risque vis-à-vis des dangers prioritaires liés aux changements climatiques* (Rapport n° R-1169-fr). IRSST. <https://doi.org/10.70010/VGAX7639>
- Bakhiyi, B., Adam-Poupart, A., Bourbonnais, R., Busque, M.-A. et Zayed, J. (2022b). *Adaptation des milieux de travail aux effets des changements climatiques. Tome 2 : mesures d'adaptation destinées aux travailleurs du Québec les plus à risque vis-à-vis de la hausse des épisodes de fortes chaleurs liés aux changements climatiques* (Rapport n° R-1170-fr). IRSST. <https://doi.org/10.70010/ETER9873>
- Barthwal, V., Jain, S., Babuta, A., Jamir, C., Sharma, A. K. et Mohan, A. (2022). Health impact assessment of Delhi's outdoor workers exposed to air pollution and extreme weather events: An integrated epidemiology approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(29), 44746-44758. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18886-9>
- Belli, S. et De Keulenaer, F. (2025). *OSH Pulse 2025: Occupational safety and health in the era of climate and digital change*. EU-OSHA. https://osha.europa.eu/sites/default/files/documents/OSH-pulse-2025-climate-digital-change_EN.pdf

- Benhamou, S. et Flamand, J. (2023). *Le travail à l'épreuve du changement climatique*. France Stratégie. <https://www.strategie-plan.gouv.fr/publications/travail-lepreuve-changement-climatique>
- Borg, M. A., Xiang, J., Anikeeva, O., Pisaniello, D., Hansen, A., Zander, K., . . . Bi, P. (2021). Occupational heat stress and economic burden: A review of global evidence. *Environmental Research*, 195, article 110781. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110781>
- Bouchard, C., Lowe, A.-M. et Simon, A. (2017). *Portrait des zoonoses priorisées par l'observatoire multipartite québécois sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques en 2015*. INSPQ. https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2290_portrait_zoonoses_priorisees_2015.pdf
- Brar, G., Dhaliwal, A., Brar, A. S., Sreedevi, M., Ahmadi, Y., Irfan, M., . . . Abarca-Pineda, Y. A. (2025). A comprehensive review of the role of UV radiation in photoaging processes between different types of skin. *Cureus*, 17(3), article e81109. <https://doi.org/10.7759/cureus.81109>
- Brasseur, G., Larroque, D. et Ravallec, C. (2021). *Ambiances thermiques*. INRS. <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TS827page12>
- Calkins, M. M., Bonauto, D., Hajat, A., Lieblich, M., Seixas, N., Sheppard, L. et Spector, J. T. (2019). A case-crossover study of heat exposure and injury risk among outdoor construction workers in Washington State. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 45(6), 588-599. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3814>
- Cannady, R., Warner, C., Yoder, A., Miller, J., Crosby, K., Elswick, D. et Kintziger, K. W. (2024). The implications of real-time and wearable technology use for occupational heat stress: A scoping review. *Safety Science*, 177, article 106600. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106600>
- Cefaliello, A. (2023). Le stress thermique au travail : sujet brûlant et urgence politique. *HesaMag*, (28), 14-17. https://www.etui.org/sites/default/files/2024-01/HM28_Le%20stress%20thermique%20au%20travail%2C%20sujet%20br%C3%BBlant%20et%20urgence%20politique_2023.pdf
- Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. (2023). *Changements climatiques : répercussions sur le milieu de travail* (Guide n° P23-1F). CCHST. <https://www.cchst.ca/pdfs/publications/pub-hb-climate-change-web.pdf>

- Centre international de recherche sur le cancer. (17 octobre 2013). *La pollution atmosphérique : une des premières causes environnementales de décès par cancer, selon le CIRC* [Communiqué de presse]. CIRC. https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr221_F.pdf
- Cherrie, J. W. et Cherrie, M. P. C. (2022). Workplace exposure to UV radiation and strategies to minimize cancer risk. *British Medical Bulletin*, 144(1), 45-56. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldac019>
- Chulvi, B. et Castro, T. (2023). Les feux de forêt ne s'éteignent pas avec de l'eau, mais avec des travailleurs. *HesaMag*, (28), 37-45. https://www.etui.org/sites/default/files/2024-01/HM28_Les%20feux%20de%20for%C3%AAt%20ne%20s%27%C3%A9teignent%20pas%20avec%20de%20l%27eau%20mais%20avec%20des%20travailleurs_2023.pdf
- Daanen, H., Bose-O'Reilly, S., Brearley, M., Flouris, D. A., Gerrett, N. M., Huynen, M., . . . Van den Hazel, P. (2020). COVID-19 and thermoregulation-related problems: Practical recommendations. *Temperature*, 8(1), 1-11. <https://doi.org/10.1080/23328940.2020.1790971>
- de Carvalho, F. (22 novembre 2025). COP30 à Bélem : le financement climatique renforcé, la sortie des combustibles fossiles reste à tracer. *ONU Info*. <https://news.un.org/fr/story/2025/11/1157939>
- Denham, T. et Rickards, L. (2022). *Climate impacts at work: Supporting a climate ready workforce*. RMIT University's Climate Resilience Living Lab. <https://cur.org.au/cms/wp-content/uploads/2022/09/220926-web-climate-impacts-at-work-pages.pdf>
- Dersch, R., Torbahn, G. et Rauer, S. (2024). Treatment of post-treatment Lyme disease symptoms: A systematic review. *European Journal of Neurology*, 31(7), article e16293. <https://doi.org/10.1111/ene.16293>
- El Ghissassi, F., Baan, R., Straif, K., Grosse, Y., Secretan, B., Bouvard, V., . . . Coglianò, V. (2009). Special report: Policy. A review of human carcinogens. Part D: Radiation. *The Lancet Oncology*, 10(8), 751-752. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(09\)70213-X](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(09)70213-X)
- Environnement et changement climatique Canada. (2025). *Bulletin des tendances et des variations climatiques : annuel (2024)*. ECCC. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/recherche-donnees/tendances-variabilite-climatiques/tendances-variations/bulletin-annee-2024.html>
- European Environment Agency. (2024). *Responding to climate change impacts on human health in Europe: Focus on floods, droughts and water quality* (Rapport n° 3/2024). EEA. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/responding-to-climate-change-impacts>

- European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. (2023). *Impact of climate change and climate policies on living conditions, working conditions, employment and social dialogue* (Rapport n° TJ-05-23-085-EN-N). Eurofound.
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a2e08a15-faa7-11ed-a05c-01aa75ed71a1/language-en>
- Fellin, E., Varin, M. et Millien, V. (2024). Outdoor worker knowledge of ticks and Lyme disease in Quebec. *Zoonoses and Public Health*, 71(7), 855-867.
<https://doi.org/10.1111/zph.13167>
- Ferrari, G. N., Leal, G. C. L., Thom De Souza, R. C. et Galdamez, E. V. C. (2023). Impact of climate change on occupational health and safety: A review of methodological approaches. *Work*, 74(2), 485-499. <https://doi.org/10.3233/WOR-211303>
- Filomena, M. et Picchio, M. (2023). *Unsafe temperatures, unsafe jobs: The impact of weather conditions on work-related injuries* (Document n° 16169). IZA Institute of Labor Economics. <https://www.iza.org/publications/dp/16169/unsafe-temperatures-unsafe-jobs-the-impact-of-weather-conditions-on-work-related-injuries>
- Florez-Acevedo, S., Blancas, M. T. et Spector, J. T. (2025). Occupational heat exposure & mental health outcomes: A review and framework incorporating social determinants of health to guide future research. *Current Environmental Health Reports*, 12(1), article 15.
<https://doi.org/10.1007/s40572-025-00479-6>
- Flouris, A. D., Dinas, P. C., Ioannou, L. G., Nybo, L., Havenith, G., Kenny, G. P. et Kjellstrom, T. (2018). Workers' health and productivity under occupational heat strain: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Planet Health*, 2(12), e521-e531.
[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30237-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30237-7)
- Flouris, A. D., Nybo, L., Kjellstrom, T., Shumake-Guillemot, J. et Ivanov, I. D. (2025). *Climate change and workplace heat stress: Technical report and guidance*. WHO; WMO.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240099814>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Labour Organization et United Nations Economic Commission for Europe. (2023). *Occupational safety and health in the future of forestry work*. FAO; ILO; UNECE.
<https://doi.org/10.4060/cc6723en>
- Foster, J., Hodder, S. G., Goodwin, J. et Havenith, G. (2020). Occupational heat stress and practical cooling solutions for healthcare and industry workers during the COVID-19 pandemic. *Annals of Work Exposures and Health*, 64(9), 915-922.
<https://doi.org/10.1093/annweh/wxaa082>

- Foster, J., Hodder, S. G., Lloyd, A. B. et Havenith, G. (2020). Individual responses to heat stress: Implications for hyperthermia and physical work capacity. *Frontiers in Physiology*, 11, article 541483. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.541483>
- Giersch, G. E. W., Garcia, C. K., Stachenfeld, N. S. et Charkoudian, N. (2022). Are there sex differences in risk for exertional heat stroke? A translational approach. *Experimental Physiology*, 107(10), 1136-1143. <https://doi.org/10.1113/EP090402>
- Gilbert, J.-P., Leduc, R. et Barette, N. (2019). La qualité de l'air au Québec : Évolution spatio-temporelle de l'ozone troposphérique (O₃: 1974-2015) et des particules fines (PM_{2.5}: 1997-2015). *Pollution Atmosphérique*, (239). <https://doi.org/10.4267/pollution-atmospherique.6789>
- Gravel, S., Bakhiyi, B., Zayed, J., Gravel, S., Côté, D., Roberge, B., . . . Labrèche, F. (2022). *Recyclage primaire des matières résiduelles électroniques au Québec : portrait de la santé et de la sécurité du travail et appréciation du risque sanitaire* (Rapport n° R-1155). IRSST. <https://doi.org/10.70010/SSHC5250>
- Guo, X., Weinberger, K. R., Tamburic, L., Peters, C. E. et McLeod, C. B. (2024). Heat-related illness among workers in British Columbia, Canada: Extreme hot weather in 2021 compared to 2001-2020. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 50(7), 545-554. <https://doi.org/10.5271/sjweh.4179>
- Hault, K., Ronsch, H., Beisert, S., Knuschke, P. et Bauer, A. (2016). Knowledge of outdoor workers on the effects of natural UV radiation and methods of protection against exposure. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 30(S3), 34-37. <https://doi.org/10.1111/jdv.13631>
- Herry, M. (2025). *Chiffres clés du climat : France, Europe et Monde*. SDES. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat/fr/pdf/chiffres-cles-du-climat-2025.pdf>
- Holm, S. M. et Balmes, J. R. (2022). Systematic review of ozone effects on human lung function, 2013 through 2020. *Chest*, 161(1), 190-201. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2021.07.2170>
- Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique. (s.d.). *Ozone : les molécules d'ozone sont présentes dans deux couches de notre atmosphère*. IASB. <https://www.bira-iasb.be/fr/encyclopedie/ozone-molecules-dozone-sont-presentes-deux-couches-notre-atmosphere>
- Institut national de santé publique du Québec. (2025a). *Maladies transmises par les moustiques*. INSPQ. <https://www.inspq.gc.ca/zoonoses/moustiques>

- Institut national de santé publique du Québec. (2025b). *Résultats annuels de surveillance des maladies transmises par les moustiques : année 2024*. INSPQ. <https://www.inspq.gc.ca/zoonoses/moustiques/surveillance/2024>
- Institut national de santé publique du Québec. (2026). *Zoonoses et maladies émergentes*. INSPQ. <https://www.inspq.gc.ca/zoonoses#top>
- Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail. (2019). *Utilitaires pour la contrainte thermique due à la chaleur en milieu de travail*. IRSST. <https://prevenir-coup-chaleur-travail.irsst.gc.ca/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report*. IPCC. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- International Labour Organization. (2023). *Chemicals and climate change in the world of work: Impacts for occupational safety and health*. ILO. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40ed_dialogue/%40lab_admin/documents/publication/wcms_887111.pdf
- Ioannou, L. G., Foster, J., Morris, N. B., Piil, J. F., Havenith, G., Mekjavic, I. B., . . . Flouris, A. D. (2022). Occupational heat strain in outdoor workers: A comprehensive review and meta-analysis. *Temperature*, 9(1), 67-102. <https://doi.org/10.1080/23328940.2022.2030634>
- Jafari Nodoushan, M., Jafari, A., Jafari Zaveh, M., Nasirzadeh, N. et Golbabaei, F. (2025). Association between climate change and impacts of heat stress among mining employees: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Public Health*. <https://doi.org/10.1007/s10389-025-02443-y>
- John, S. M., Garbe, C., French, L. E., Takala, J., Yared, W., Cardone, A., . . . Stratigos, A. (2021). Improved protection of outdoor workers from solar ultraviolet radiation: Position statement. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 35(6), 1278-1284. <https://doi.org/10.1111/jdv.17011>
- Jones, R. T., Tusting, L. S., Smith, H. M. P., Segbaya, S., Macdonald, M. B., Bangs, M. J. et Logan, J. G. (2018). The impact of industrial activities on vector-borne disease transmission. *Acta Tropica*, 188, 142-151. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.08.033>
- Kazmierczak, A., Lowe, R., van Daalen, K. et Dasgupta, S. (2022). *Climate change as a threat to health and well-being in Europe: Focus on heat and infectious diseases* (Rapport n° 7/2022). EEA. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/climate-change-impacts-on-health>

- Khan, R. H., Quayyum, Z. et Rahman, S. (2023). A quantitative assessment of natural and anthropogenic effects on the occurrence of high air pollution loading in Dhaka and neighboring cities and health consequences. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(12), article 1509. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-12046-3>
- Khorshid, S. et Song, S. (2025). Exploring intervention strategies to prevent occupational heat stress: A scoping review. *Safety and Health at Work*, 16(2), 134-144. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2025.03.005>
- Kjellstrom, T., Maître, N., Saget, C., Otto, M. et Karimova, T. (2019). *Working on a warmer planet: The effect of heat stress on productivity and decent work*. ILO. <https://www.ilo.org/publications/major-publications/working-warmer-planet-effect-heat-stress-productivity-and-decent-work>
- Kuehn, L. et McCormick, S. (2017). Heat exposure and maternal health in the face of climate change. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(8), article 853. <https://doi.org/10.3390/ijerph14080853>
- Kulkarni, M. A., Berrang-Ford, L., Buck, P. A., Drebot, M. A., Lindsay, L. R. et Ogden, N. H. (2015). Major emerging vector-borne zoonotic diseases of public health importance in Canada. *Emerging Microbes & Infections*, 4(6), article e33. <https://doi.org/10.1038/emi.2015.33>
- Lamy, A., Bleau, S. et Boyer-Villemare, U. (2022). *Économie du Québec et changements climatiques : état des lieux sectoriels*. Ouranos. https://www.ouranos.ca/sites/default/files/2023-05/proj-202025-ecq-boyer-rapportsynthese_0.pdf
- Lan, T., Goh, Y. M., Jensen, O. et Asmore, A. S. (2022). The impact of climate change on workplace safety and health hazard in facilities management: An in-depth review. *Safety Science*, 151, article 105745. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105745>
- Laumbach, R. J. et Cromar, K. R. (2022). Personal interventions to reduce exposure to outdoor air pollution. *Annual Review of Public Health*, 43, 293-309. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-052120-103607>
- Laurent, L. (2023). Quels liens entre climat et risques professionnels? *Hygiène & sécurité du travail*, (271), 97-104. <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=VP%2038>
- Leach, O. K., Cottle, R. M., Fisher, K. G., Wolf, S. T. et Kenney, W. L. (2024). Sex differences in heat stress vulnerability among middle-aged and older adults (PSU HEAT Project). *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 327(3), R320-R327. <https://doi.org/10.1152/ajprequ.00114.2024>

- Lee, J., Lee, Y. H., Choi, W. J., Ham, S., Kang, S. K., Yoon, J. H., . . . Lee, W. (2021). Heat exposure and workers' health: A systematic review. *Reviews on Environmental Health*, 37(1), 45-59. <https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0158>
- Libera, K., Konieczny, K., Grabska, J., Szopka, W., Augustyniak, A. et Pomorska-Mol, M. (2022). Selected livestock-associated zoonoses as a growing challenge for public health. *Infectious Disease Reports*, 14(1), 63-81. <https://doi.org/10.3390/idr14010008>
- Lucas, R. A. I. (2025). Using environmental and exercise physiology to address gender inequalities in climate change and occupational health research. *Experimental Physiology*, 110(2), 200-205. <https://doi.org/10.1113/EP091456>
- Lundgren, K., Kuklane, K., Gao, C. et Holmer, I. (2013). Effects of heat stress on working populations when facing climate change. *Industrial Health*, 51(1), 3-15. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0089>
- Magnavita, N., Capitanelli, I., Ilesanmi, O. et Chirico, F. (2022). Occupational Lyme disease: A systematic review and meta-analysis. *Diagnostics*, 12(2), article 296. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12020296>
- Maistrello, G., Singh, B., Howard, I., Adams, A., Cardoz, P., Fahy, N. et Hofman, J. (2025). *The impact of climate change on occupational safety and health in selected sectors: A scoping review*. Lloyd's Register Foundation. <https://doi.org/10.60743/2HZP-J260>
- Matz, C. J., Egyed, M., Xi, G., Racine, J., Pavlovic, R., Rittmaster, R., . . . Stieb, D. M. (2020). Health impact analysis of PM_{2.5} from wildfire smoke in Canada (2013-2015, 2017-2018). *Science of the Total Environment*, 725, article 138506. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138506>
- McInnes, J. A., Akram, M., MacFarlane, E. M., Keegel, T., Sim, M. R. et Smith, P. (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>
- Météo-France. (2025). *Quels sont les effets du changement climatique?* Météo-France. <https://meteofrance.com/le-changement-climatique/les-bases-du-changement-climatique/quels-sont-les-effets-du-changement>
- Morris, N. B., Jay, O., Flouris, A. D., Casanueva, A., Gao, C., Foster, J., . . . Nybo, L. (2020). Sustainable solutions to mitigate occupational heat strain: An umbrella review of physiological effects and global health perspectives. *Environmental Health*, 19(1), article 95. <https://doi.org/10.1186/s12940-020-00641-7>

- Morris, N. B., Piil, J. F., Morabito, M., Messeri, A., Levi, M., Ioannou, L. G., . . . Nybo, L. (2021). The HEAT-SHIELD project: Perspectives from an inter-sectoral approach to occupational heat stress. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(8), 747-755. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.03.001>
- Mulder, A. C., Pijnacker, R., de Man, H., van de Kasstelee, J., van Pelt, W., Mughini-Gras, L. et Franz, E. (2019). "Sickenin' in the rain": Increased risk of gastrointestinal and respiratory infections after urban pluvial flooding in a population-based cross-sectional study in the Netherlands. *BMC Infectious Diseases*, 19(1), article 377. <https://doi.org/10.1186/s12879-019-3984-5>
- Naton, J.-F. (2023). *Travail et santé-environnement : quels défis à relever face aux dérèglements climatiques?* CESE. <https://www.lecese.fr/travaux-publies/travail-et-sante-environnement-quels-defis-relever-face-aux-dereglements-climatiques>
- Notley, S. R., Meade, R., Looney, D., Chapman, C., Potter, A., Fogarty, A., . . . Kenny, G. (2025). Physiological monitoring for occupational heat stress management: Recent advancements and remaining challenges. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie appliquée, nutrition et métabolisme*, 50, 1-14. <https://doi.org/10.1139/apnm-2024-0395>
- Occupational Safety and Health Administration. (s.d.). *Heat Safety Tool*. OSHA. <https://www.osha.gov/heat/heat-app>
- Organisation météorologique mondiale. (14 janvier 2026). *L'OMM confirme que 2025 a été l'une des années les plus chaudes jamais enregistrées* [Communiqué de presse]. OMM. <https://wmo.int/fr/news/media-centre/lomm-confirme-que-2025-ete-lune-des-annees-les-plus-chaudes-jamais-enregistrees>
- Ouranos. (2015). *Vers l'adaptation : synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec* (éd. 2015). Ouranos. <https://www.ouranos.ca/sites/default/files/2022-12/proj-201419-synthese2015-rapportcomplet.pdf>
- Ouranos. (2023). *Feux de forêt*. Ouranos. <https://www.ouranos.ca/fr/phenomenes-climatiques/feux-de-foret-contexte>
- Parsons, L. A., Masuda, Y. J., Kroeger, T., Shindell, D., Wolff, N. H. et Spector, J. T. (2022). Global labor loss due to humid heat exposure underestimated for outdoor workers. *Environmental Research Letters*, 17(1), article 014050. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac3dae>

- Rahman, M. M., McConnell, R., Schlaerth, H., Ko, J., Silva, S., Lurmann, F. W., . . . Garcia, E. (2022). The effects of coexposure to extremes of heat and particulate air pollution on mortality in California: Implications for climate change. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 206(9), 1117-1127. <https://doi.org/10.1164/rccm.202204-0657OC>
- Reinau, D., Weiss, M., Meier, C. R., Diepgen, T. L. et Surber, C. (2013). Outdoor workers' sun-related knowledge, attitudes and protective behaviours: A systematic review of cross-sectional and interventional studies. *British Journal of Dermatology*, 168(5), 928-940. <https://doi.org/10.1111/bjd.12160>
- Renberg, J., Lignier, M. J., Wigger, O. N., Faerevik, H., Helgerud, J. et Sandsund, M. (2022). Heat tolerance during uncompensable heat stress in men and women wearing firefighter personal protective equipment. *Applied Ergonomics*, 101, article 103702. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2022.103702>
- Robert, L., Turpin-Legendre, E., Shettle, J., Tissot, C., Aubry, C. et Siano, B. (2019). Travailler dans une ambiance thermique chaude. *Références en santé au travail*, (158), 31-55. <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TC%20165>
- Romanello, M., di Napoli, C., Green, C., Kennard, H., Lampard, P., Scamman, D., . . . Costello, A. (2023). The 2023 report of the *Lancet* Countdown on health and climate change: The imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. *The Lancet*, 402(10419), 2346-2394. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01859-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01859-7)
- Saidi, A. et Gauvin, C. (2022). *État de l'art sur les technologies actuelles facilitant une gestion thermique intelligente dans les équipements de protection individuels* (Rapport n° R-1172). IRSST. <https://doi.org/10.70010/FOTH7297>
- Sands, K. S. et Marshall, B. (2026). Heat-related injuries and fatalities in roofing: OSHA investigations from 2003-2024. *The Professional Constructor*, 50(1), 10-25. <https://doi.org/10.34068/aic.50.01.02>
- Schulte, P. A., Bhattacharya, A., Butler, C. R., Chun, H. K., Jacklitsch, B., Jacobs, T., . . . Wagner, G. R. (2016). Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 13(11), 847-865. <https://doi.org/10.1080/15459624.2016.1179388>
- Schulte, P. A., Jacklitsch, B. L., Bhattacharya, A., Chun, H., Edwards, N., Elliott, K. C., . . . Vietas, J. (2023). Updated assessment of occupational safety and health hazards of climate change. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 20(5-6), 183-206. <https://doi.org/10.1080/15459624.2023.2205468>
- Scott, N., Graczyk, H. et Papandrea, D. (2024). *Ensuring safety and health at work in a changing climate*. ILO. <https://apo.org.au/node/326513>

- Simon, T. (2023). Face aux sécheresses à répétition, des arboriculteurs français en détresse psychologique. *HesaMag*, (28), 18-23. https://www.etui.org/sites/default/files/2024-01/HM28_Face%20aux%20s%C3%A9cheresses%20%C3%A0%20r%C3%A9p%C3%A9tition,%20des%20arboriculteurs%20fran%C3%A7ais%20en%20d%C3%A9tresse%20psychologique_2023.pdf
- Sottile, M.-F. (2011). *L'influence des changements climatiques sur la qualité de l'air*. Ouranos. https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/surveillance/Rapport_Ouranos.pdf
- Stufano, A., Iatta, R., Sgroi, G., Jahantigh, H. R., Cagnazzo, F., Floel, A., . . . Lovreglio, P. (2022). Seroprevalence of vector-borne pathogens in outdoor workers from southern Italy and associated occupational risk factors. *Parasites & Vectors*, 15(1), article 264. <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05385-6>
- Symanzik, C. et John, S. M. (2022). Sun protection and occupation: Current developments and perspectives for prevention of occupational skin cancer. *Frontiers in Public Health*, 10, article 1110158. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1110158>
- Tang, W. S. W. et Ho, C. S. H. (2025). A systematic review on the impact of climate change on occupational mental health: A focus on vulnerable industries. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 60(10), 2275-2287. <https://doi.org/10.1007/s00127-025-02936-x>
- Torche, D. (2023). *Réchauffement climatique à la place de travail : guide pratique avec des mesures de prévention, d'adaptation et des recommandations*. Travail Suisse. https://www.travailsuisse.ch/sites/default/files/2023-08/Klimabrosch%C3%BCre%20-%20FR_1.pdf
- Torén, K., Bergdahl, I. A., Nilsson, T. et Järholm, B. (2007). Occupational exposure to particulate air pollution and mortality due to ischaemic heart disease and cerebrovascular disease. *Occupational & Environmental Medicine*, 64(8), 515-519. <https://doi.org/10.1136/oem.2006.029488>
- U.S. Global Change Research Program. (2016). *The impacts of climate change on human health in the United States: A scientific assessment*. USGCRP.
- van Selm, L., Williams, S., de Donato, F., Briones-Vozmediano, E., Stratil, J., Sroczynski, G., . . . Requena-Méndez, A. (2025). Occupational heat stress among migrant and ethnic minority outdoor workers: A scoping review. *Current Environmental Health Reports*, 12(1), article 16. <https://doi.org/10.1007/s40572-025-00481-y>
- Vezeau, S., Comtois, A. S. et Budico, V. (2021). *Confort thermique et mobilité des policiers motards lors du port du gilet pare-balles : une analyse ergonomique* (Rapport n° R-1115). IRSST. <https://doi.org/10.70010/VSFG3594>

- Vonesch, N., Binazzi, A., Bonafede, M., Melis, P., Ruggieri, A., Iavicoli, S. et Tomao, P. (2019). Emerging zoonotic viral infections of occupational health importance. *Pathogens and Disease*, 77(2), article ftz018. <https://doi.org/10.1093/femspd/ftz018>
- Vonesch, N., D'Ovidio, M. C., Melis, P., Remoli, M. E., Ciufolini, M. G. et Tomao, P. (2016). Climate change, vector-borne diseases and working population. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*, 52(3), 397-405. https://doi.org/10.4415/ANN_16_03_11
- Vu, A., Kersting, F., Tai, S., Rigg, J. et Tarnovskaya, E. (2025). *Impacts of climate change on the health of outdoor workers in urban Asia*. NatCen. <https://natcen.ac.uk/publications/impacts-climate-change-health-outdoor-workers-urban-asia>
- Weichenthal, S., Olaniyan, T., Christidis, T., Lavigne, E., Hatzopoulou, M., Van Ryswyk, K., . . . Burnett, R. (2020). Within-city spatial variations in ambient ultrafine particle concentrations and incident brain tumors in adults. *Epidemiology*, 31(2), 177-183. <https://doi.org/10.1097/ede.0000000000001137>
- Westwood, C. S., Fallowfield, J. L., Delves, S. K., Nunns, M., Ogden, H. B. et Layden, J. D. (2021). Individual risk factors associated with exertional heat illness: A systematic review. *Experimental Physiology*, 106(1), 191-199. <https://doi.org/10.1113/EP088458>
- White, A. J., Fisher, J. A., Sweeney, M. R., Freedman, N. D., Kaufman, J. D., Silverman, D. T. et Jones, R. R. (2024). Ambient fine particulate matter and breast cancer incidence in a large prospective US cohort. *Journal of the National Cancer Institute*, 116(1), 53-60. <https://doi.org/10.1093/jnci/djad170>
- Wittlich, M., John, S. M., Tiplica, G. S., Salavastru, C. M., Butacu, A. I., Modenese, A., . . . Moldovan, H. (2020). Personal solar ultraviolet radiation dosimetry in an occupational setting across Europe. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 34(8), 1835-1841. <https://doi.org/10.1111/jdv.16303>
- World Health Organization. (1969). *Health factors involved in working under conditions of heat stress*. WHO.
- Yu, D., Lee, S. B., Chen, S., Kim, S. W. et Xi, S. (2023). Coupling the effects of extreme temperature and air pollution on non-accidental mortality in Rencheng, China. *Frontiers in Public Health*, 11, article 1241385. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1241385>
- Zhao, T., Markevych, I., Fuertes, E., de Hoogh, K., Accordini, S., Boudier, A., . . . Heinrich, J. (2023). Impact of long-term exposure to ambient ozone on lung function over a course of 20 years (The ECRHS study): A prospective cohort study in adults. *The Lancet Regional Health Europe*, 34, article 100729. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2023.100729>