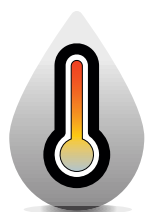




STRESS THERMIQUE

Guide de sensibilisation

ÉDITION 2024

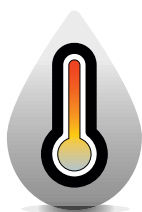


Boîte à outils contre le
**STRESS
THERMIQUE**



À propos de ce guide

Les OHCOW se sont associées au CROSH pour réviser et mettre à jour le *Guide de sensibilisation au stress thermique* élaboré par les OHCOW en 2009. Avec le soutien des partenaires du système de prévention de la santé et de la sécurité en Ontario (par l'intermédiaire de l'Occupational Illness Prevention Steering Committee) et des syndicats locaux, nous avons identifié les domaines qui nécessitaient une amélioration ou une révision et le concept de boîte à outils est né!



Boîte à outils contre le **STRESS THERMIQUE**



Reconnaissance des terres

Les rédacteurs et contributeurs de ce guide reconnaissent que leur travail se déroule sur des territoires indigènes traditionnels à travers la province. Nous reconnaissons qu'il existe 46 traités et autres accords qui couvrent le territoire aujourd'hui appelé Ontario. Nous sommes reconnaissants de pouvoir travailler et vivre dans ces territoires. Nous sommes reconnaissants aux Premières nations, aux Métis et aux Inuits qui ont pris soin de ces territoires depuis des temps immémoriaux et qui continuent à contribuer à la force de l'Ontario et à toutes les communautés de la province.

Reconnaissance de financement

Ce guide a été financé par le ministère du Travail, de l'Immigration, de la Formation et du Développement des compétences de l'Ontario (MLITSD). Les opinions exprimées dans ce guide sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles du MLITSD.

Citation

Dorman, S.C. et Lessel, C. (2024, mai). *Stress thermique : guide de sensibilisation*. (Éds. Gagnon, D. et Kanya-Forstner, M.). Centre of Research in Occupational Safety and Health (CROSH) : Sudbury, Ontario.

Clause de non-responsabilité

Les informations contenues dans ce guide de référence sont fournies à titre d'information et de référence uniquement et ne constituent pas des conseils juridiques ou professionnels. L'Université Laurentienne (UL), le Centre for Occupational Safety and Health (CROSH) et les Occupational Health Clinics for Ontario Workers (OHCOW) reconnaissent que les entreprises doivent élaborer des politiques et des plans de lutte contre le stress thermique qui s'appliquent à leurs lieux de travail et se conformer à la législation en vigueur. Bien que les informations fournies soient à jour au moment de l'impression, y compris les références à la législation et aux pratiques établies, elles peuvent devenir obsolètes ou incomplètes avec le temps.

L'UL, le CROSH ou les OHCOW n'offrent aucune garantie quant à l'exactitude absolue ou au caractère suffisant de toute information contenue dans ce guide. L'UL, le CROSH et les OHCOW n'assument aucune responsabilité à cet égard; on ne peut pas non plus supposer que toutes les mesures de sécurité acceptables sont contenues dans ce matériel, ou que d'autres mesures ou des mesures supplémentaires peuvent ne pas être nécessaires dans des circonstances particulières ou exceptionnelles.

Les OHCOW n'assument aucune responsabilité quant à l'utilisation de ces informations.

ISBN: 978-1-7383931-0-7

L'utilisation, la reproduction et la duplication de ce manuel sont recommandées et encouragées.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
Introduction.....	1
Stress thermique	2
Pourquoi ce guide est-il nécessaire?.....	2
À qui s'adresse ce guide?	2
La loi.....	3
LE STRESS THERMIQUE, LA CONTRAINTE THERMIQUE.....	4
ET LES MALADIES LIÉES À LA CHALEUR	
Thermorégulation et physiologie du stress thermique.....	4
Surveillance physiologique.....	5
Effets du stress thermique sur la fonction et la performance au travail.....	6
Fonction cognitive.....	6
Fonctions physiques.....	7
Autres considérations.....	7
Mécanismes d'échange de chaleur.....	7
Mécanismes externes.....	7
Mécanismes internes.....	8
Facteurs affectant le stress thermique.....	9
Facteurs environnementaux.....	9
Facteurs individuels et liés à l'emploi.....	10
Blessures et maladies liées à la chaleur.....	17
Maladies de courte durée.....	17
Maladies de longue durée.....	22
ANNEXE A : DÉFINITIONS.....	23
ANNEXE B : RÉFÉRENCES.....	25
ANNEXE C : RECHERCHE ET SOUTIEN.....	34

INTRODUCTION

Introduction

Au Canada, la nécessité croissante de lutter contre l'exposition à la chaleur sur le lieu de travail devient une question de plus en plus importante. Malheureusement, en raison de la détérioration constante des conditions environnementales causée par le réchauffement climatique, le nombre de personnes qui tombent malades ou qui meurent à cause du stress thermique continue d'augmenter. « Les températures moyennes annuelles et saisonnières ont augmenté dans l'ensemble du Canada, le réchauffement le plus important se produisant en hiver. Entre 1948 et 2016, la meilleure estimation de l'augmentation de la température annuelle moyenne est de 1,7 °C pour l'ensemble du Canada et de 2,3 °C pour le nord du Canada » (Zhang et al., 2019 : p.116). De plus, le rapport d'évaluation de l'impact du changement climatique de la province de l'Ontario indique qu'entre 1980 et 2010, « à l'échelle régionale, les journées de chaleur extrême sont déjà répandues dans le sud-ouest, le centre et l'est de l'Ontario (avec une moyenne de 8,6 à 9,1 [jours/an avec une température quotidienne maximale supérieure à 30 °C]) » (CRI, 2023 : p.42). La figure 1 ci-dessous illustre l'augmentation critique de cette prévalence pour les années 2022 et 2023.

La différence est particulièrement visible la nuit, lorsque la chaleur captée par les trottoirs et les bâtiments pendant la journée continue de réchauffer la ville après le coucher du soleil. Le soir, les grandes villes peuvent être jusqu'à 12 °C plus chaudes que leur environnement (Santé Canada, 2020).

D'après une synthèse de la littérature réalisée par Kipp et d'autres (2019), l'augmentation de la température environnementale a entraîné et continuera d'entraîner un risque accru d'effets sur la santé (fréquence et gravité) pour les travailleurs (dans les environnements de travail intérieurs et extérieurs). En outre, la littérature souligne que l'indigénéité, l'âge, le sexe, le statut socio-économique et le nombre accru de personnes occupant des emplois en plein air sont des facteurs clés qui influencent la vulnérabilité des travailleurs et des lieux de travail au changement climatique en Ontario, en particulier dans le Nord de l'Ontario (Northwestern Health Unit, 2022).

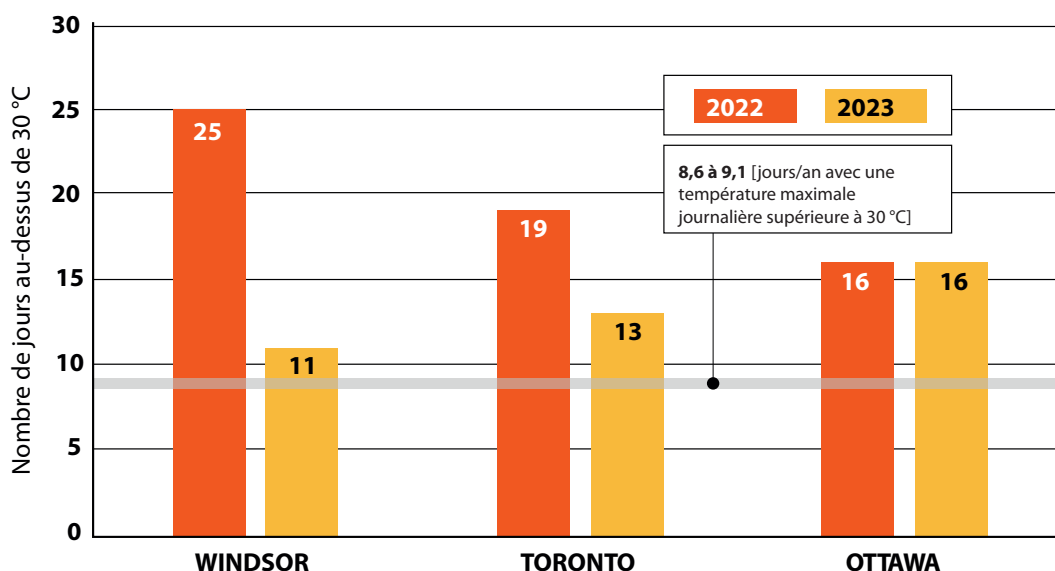


Figure 1. Nombre de jours avec une température maximale journalière supérieure à 30 °C dans trois villes de l'Ontario, où la ligne jaune indique la moyenne de 8,6-9,1 jours/an avec une température maximale journalière supérieure à 30 °C (CRI, 2023).

De plus, l'urbanisation et l'effet d'îlot de chaleur dans les villes exacerbent le problème en piégeant la chaleur et en rendant les zones urbaines encore plus chaudes. Par une journée ensoleillée, les surfaces pavées peuvent être remarquablement plus chaudes, de 27 à 50 °C, que l'air (EPA, 2023).

Stress thermique

La chaleur est déjà un problème reconnu dans de nombreux lieux de travail, y compris, mais sans s'y limiter :

- Dans les fonderies, aciéries, usines de fusion, verreries et près des fours, où les matériaux extrêmement chauds ou en fusion constituent la principale source de chaleur.
- Dans les métiers de plein air, tels que la construction, la réparation de routes, l'exploitation minière à ciel ouvert, la lutte contre les incendies de forêt, la plantation d'arbres et l'agriculture, où la lumière solaire rayonnante est la principale source de chaleur.
- Dans les blanchisseries, les cuisines de restaurants, les boulangeries et les conserveries, où l'humidité élevée aggrave le stress thermique.

Aujourd'hui, les seuls rapports professionnels recueillis sur le stress thermique sont ceux qui font état d'un épuisement par la chaleur ou d'un coup de chaleur. Cependant, nous savons que les travailleurs exerçant des professions à haut risque subissent régulièrement des contraintes thermiques et des maladies liées à la chaleur qui ne sont pas signalées, mais qui pourraient être utilisées pour prédire ou prévenir l'apparition d'un épuisement par la chaleur ou d'un coup de chaleur.

En fait, on estime que 220 travailleurs meurent chaque année au Canada des suites d'un stress thermique professionnel et que 15 % des travailleurs qui travaillent habituellement ou fréquemment dans des conditions de stress thermique (au moins 6 heures par jour, 5 jours par semaine, pendant 2 mois de l'année) souffrent de maladies graves liées à la chaleur (p. ex., maladies rénales ou lésions rénales aiguës)

(*Flouris et al., 2018 : examen*).

Pourquoi ce guide est-il nécessaire?

Les lieux de travail chauds en raison de la chaleur industrielle (p. ex., les boulangeries ou les usines de fusion) sont tenus de respecter les valeurs limites d'exposition (VLE) de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) pour le stress thermique et de mettre en place un plan de contrôle du stress thermique en consultation avec le comité mixte de santé et de sécurité du lieu de travail ou avec le représentant de la santé et de la sécurité des travailleurs. L'objectif des VLE liées à la chaleur est de prévenir l'augmentation des températures centrales des

travailleurs non acclimatés au-delà de 38 °C (ACGIH, 2022). Les VLE sont données séparément pour les travailleurs acclimatés à la chaleur et correctement hydratés et pour les travailleurs non acclimatés; elles sont appelées valeurs limites d'action (LA). Les VLE et les LA sont déterminées en tenant compte du niveau d'activité physique effectué par le travailleur, dans le contexte de la température et de l'humidité ambiantes, et en appliquant une série de graphiques pour interpréter le niveau estimé de rendement métabolique (activité physique), qui peut être accompli pendant une période donnée, compte tenu des conditions ambiantes et des exigences en matière d'équipement de protection individuelle (EPI). Il est important de noter que de nombreux lieux de travail sont confrontés à des difficultés dans la mise en œuvre des directives de l'ACGIH parce qu'ils ne disposent pas de l'expertise technique nécessaire pour les mettre en œuvre correctement.

La précédente itération du *Guide de sensibilisation au stress thermique*, produite par l'Occupational Health and Safety Council of Ontario (OHSCO) en 2009, traduisait les directives de l'ACGIH en un plan de réaction à la chaleur basé sur l'humidex, qui fournissait aux lieux de travail un moyen pratique et simplifié d'évaluer et de contrôler la chaleur sur leur lieu de travail. La *Boîte à outils contre le stress thermique* contient une mise à jour de ces documents disponible dans le *Guide des outils et stratégies de prévention du stress thermique*, y compris le plan d'intervention contre la chaleur basé sur l'humidex.

**... on estime que 220
travailleurs au Canada
meurent chaque
année de stress
thermique professionnel.**

Ce guide examine :

- les réactions physiologique des travailleurs au stress thermique;
- les facteurs qui affectent la réaction des travailleurs au stress thermique;
- la reconnaissance des signes et les symptômes des maladies liées à la chaleur.

À qui s'adresse ce guide?

Ce guide a été élaboré principalement pour fournir aux spécialistes de la santé et de la sécurité au travail une ressource complète sur le stress thermique afin d'éclairer la prise de décision au sein de leur organisation en ce qui concerne la gestion des maladies dues à la chaleur. Bien qu'il soit complet, ce guide de référence ne peut englober toutes les informations

Bien qu'il soit complet, ce guide de référence ne peut englober toutes les informations possibles au sujet du stress thermique ou de la gestion du stress thermique; il est donc destiné à être utilisé en conjonction avec d'autres ressources (p. ex., des entretiens confidentiels avec des professionnels de la santé et de la sécurité) pour répondre à toutes les préoccupations dans ce domaine. Les informations contenues dans ce guide de référence ne constituent pas des conseils juridiques ou professionnels. L'adoption des pratiques décrites dans ce guide de référence peut ne pas répondre aux besoins, aux exigences ou aux obligations de tous les employés ou de tous les lieux de travail.

La loi

En vertu de l'article 25(2)(h), de la LSSO, les employeurs ont l'obligation de prendre toutes les précautions raisonnables dans les circonstances pour protéger un travailleur. À des fins de conformité, le Ministère du Travail, de l'Immigration, de la Formation et du Développement des compétences (MLITSD) recommande la VLE actuelle pour le stress thermique et la contrainte thermique, publiée par l'ACGIH. Pour plus de détails, voir le document web du MLITSD intitulé « Prévenir ou limiter le stress dû à la chaleur dans les lieux de travail ». De plus, à compter du 1^{er} août 2023, une nouvelle réglementation sur le stress thermique a été proposée (proposition n° 23-MLITSD003) en Ontario; la proposition concerne une réglementation autonome sur le stress thermique, dans le cadre de la LSST, avec des exigences spécifiques qui s'appliqueraient à tous les lieux de travail où la LSST est en vigueur. La proposition de règlement sur le stress thermique fait actuellement l'objet d'une analyse d'impact réglementaire.



LE STRESS THERMIQUE, LA CONTRAINTE THERMIQUE ET LES MALADIES LIÉES À LA CHALEUR

Thermorégulation et physiologie du stress thermique

La température corporelle centrale est considérée comme la température des structures les plus profondes du corps (p. ex., le cœur et le cerveau). Le corps humain maintient une température centrale homéostatique d'environ 37 °C dans des conditions optimales (Kenney et al., 2015; Taylor et al., 2014). Des variations, généralement inférieures à 1 °C, se produisent au cours d'une journée donnée. Un changement de plus de 1 °C ne se produit généralement qu'en cas de maladie ou lorsque les conditions environnementales sont telles que le corps est incapable de compenser l'accumulation de chaleur (CCOHS, 2016). Plus précisément, un écart de + 3,5 °C par rapport à 37 °C entraîne des troubles physiologiques et éventuellement la mort (Lim et al., 2008). Une augmentation modérée de la température corporelle peut être bénéfique pour les performances physiques, car elle augmente la vitesse à laquelle se produisent les réactions chimiques telles que la conduction nerveuse, le métabolisme cellulaire et les contractions musculaires (Nybo, 2008). Toutefois, en cas d'hyperthermie et d'augmentation excessive de la température corporelle centrale (au-delà de 40 °C), les mécanismes de thermorégulation peuvent dysfonctionner, ce qui augmente les risques de coup de chaleur et de décès. La défaillance des mécanismes de thermorégulation de l'organisme entraîne la dénaturation des protéines corporelles, ainsi que des réactions inflammatoires systémiques, ce qui peut entraîner une augmentation de la demande métabolique, une hypoxie et, en fin de compte, une défaillance des organes et du système circulatoire (Khan, 2019). Les signes progressifs du stress thermique commencent par une transpiration excessive, des vertiges, des nausées, des crampes musculaires et un sentiment général d'épuisement. En l'absence de traitement et si le stress thermique persiste, l'apparition de maux de tête, l'absence de transpiration, la perte de conscience et, finalement, le coup de chaleur peuvent survenir. La thermorégulation est la réaction physiologique adaptative conçue pour empêcher le corps de devenir trop froid ou trop chaud (Kenney et al., 2015) et comprend divers mécanismes homéostatiques tels que la transpiration, les frissons et la redistribution du flux sanguin par la

vasoconstriction ou la vasodilatation des vaisseaux sanguins (Cheung, 2010; Cramer et al., 2022; Kenney et al., 2015). Le corps commence à activer les mécanismes de perte ou de gain de chaleur lorsque la température corporelle centrale augmente ou diminue, respectivement. Lorsque la température change, une structure cérébrale, appelée hypothalamus, détecte le changement et active les mécanismes homéostatiques. Des récepteurs sensoriels spécialement conçus, appelés thermorécepteurs, détectent les changements de température et transmettent cette information à l'hypothalamus par l'intermédiaire du système nerveux. L'hypothalamus agit comme un thermostat pour le corps et est activé soit indirectement, par des thermorécepteurs périphériques, soit directement, par des thermorécepteurs centraux dans l'hypothalamus (Kenney et al., 2015; McArdle et al., 2007; Périard et al., 2016). Les thermorécepteurs périphériques surveillent la température de la peau, qui varie en fonction des changements de température de l'environnement autour du corps. Les thermorécepteurs centraux sont situés dans la moelle épinière, les viscères, les grandes veines et l'hypothalamus (Osilla et al., 2020), et sont sensibles aux changements, même minimes, de la température du sang qui traverse la moelle épinière et l'hypothalamus. Les deux types de thermorécepteurs peuvent activer une réaction hypothalamique pour maintenir la température du corps dans la plage normale (Kenney et al., 2015; McArdle et al., 2007). En cas d'augmentation de la température corporelle, l'hypothalamus la détecte et déclenche une série de réactions visant à abaisser la température du corps afin de maintenir l'homéostasie et de dissiper l'excès de chaleur. L'augmentation de la température corporelle déclenche une réaction qui tente de la faire baisser. Lorsqu'une personne est exposée à un environnement chaud, un signal nerveux est envoyé aux muscles lisses des parois des artérioles de la peau, ce qui provoque leur vasodilatation (élargissement). Cela amène plus de sang chaud du centre du corps vers la peau, augmentant le transfert et la dissipation de la chaleur excessive vers l'environnement (Johnson et al., 2014; Kenney et al., 2015; Khan, 2019; Osilla et al., 2020; Taylor et al., 2008).

Deuxièmement, les glandes sudoripares eccrines sont activées lorsque la température corporelle centrale augmente de 0,2 à 0,3 °C. La transpiration est le mécanisme de perte de chaleur le plus important en cas de stress thermique et augmente proportionnellement à l'élévation de la température (Gagge et Gonzales, 1996; Jay et Kenny, 2010). La sueur eccrine entraîne une perte de chaleur par évaporation (Hodge et Brodell, 2020), mais la sueur ne refroidit le corps que lorsqu'elle s'évapore de la surface de la peau, et non lorsque la sueur s'écoule du corps (Cramer et al, 2022; Jay et Kenny, 2010). L'évaporation par la sueur est compromise lorsque l'humidité relative de l'environnement augmente. La capacité à augmenter la perte de chaleur par évaporation est directement proportionnelle au pourcentage d'humidité relative (McArdle 2007).

Surveillance physiologique

Aux fins du présent guide, la surveillance physiologique est définie comme toute surveillance en temps réel d'un ou de plusieurs paramètres physiologiques simultanément afin de détecter les signes et les symptômes d'une accumulation de contraintes thermiques. La surveillance physiologique du stress thermique devrait être un outil utile pour protéger la santé et la sécurité des personnes travaillant dans des environnements chauds, et ce pour plusieurs raisons. Premièrement, les facteurs affectant le stress thermique : différents travailleurs réagissent différemment aux mêmes conditions environnementales. En effet, un même travailleur peut réagir différemment aux mêmes conditions selon les jours. Deuxièmement, les lignes directrices de l'ACGIH ont été élaborées et testées sur de jeunes hommes caucasiens en bonne santé et ne représentent pas les limites pour tous les travailleurs. Des études ont montré que l'application des directives de l'ACGIH n'était pas suffisante pour empêcher les travailleurs d'atteindre des températures excessives de 38 °C (Lamarche et al., 2017). Troisièmement, certains travaux ne peuvent pas être limités dans le temps et, enfin, certaines charges de travail fluctuent rapidement, ce qui empêche des estimations précises de la charge de travail. Compte tenu des effets importants à court et à long terme des maladies dues à la chaleur et du risque accru pour les travailleurs en raison du changement climatique, des efforts supplémentaires devraient être déployés pour évaluer les réactions individuelles au stress thermique à l'aide d'une surveillance physiologique.

Le développement de la surveillance spécifique du stress thermique sur les lieux de travail est en plein développement et, bien qu'il existe actuellement de nombreuses méthodes et de nombreux systèmes,

peu d'entre eux ont été entièrement testés sur les lieux de travail. C'est pourquoi la section ci-dessous présente une vue d'ensemble des avantages et des défis perçus de la surveillance physiologique. Pour que ces avantages et ces défis se concrétisent, il faudra que chaque lieu de travail soit pionnier en matière de stratégies de mise en œuvre et partage ses connaissances. Pour une discussion complète sur les méthodes, les avantages et les défis de la surveillance physiologique, voir le guide d'accompagnement : [Guide de surveillance physiologique du stress thermique](#).

Les outils de surveillance peuvent inclure une surveillance active ou programmée des signes et symptômes, ou des mesures objectives du stress thermique (p. ex., la température corporelle centrale ou la température de la peau). Toutefois, les nouveaux outils de surveillance comprennent la technologie portable équipée de moniteurs de fréquence cardiaque et de dispositifs de thermorégulation, qui suivent en permanence plusieurs signes de stress thermique, notamment la température corporelle, la fréquence cardiaque et autres, et déclenchent des alertes pour le travailleur ou la main-d'œuvre en fonction de l'évolution de ces niveaux par rapport aux données de base du travailleur. Les alertes aux travailleurs sont censées sensibiliser l'individu pour qu'il se surveille lui-même et prenne des pauses si nécessaire. Les alertes sur le lieu de travail sont communiquées lorsqu'un travailleur est tombé ou a atteint des niveaux « dangereux » de contrainte thermique, selon l'appareil. Ces outils peuvent s'avérer particulièrement utiles pour les travailleurs isolés ou à risque dans des environnements à haut risque ou éloignés.

L'intégration de ces outils devrait permettre d'améliorer le *Plan global de gestion du stress thermique*, mais ne devrait pas être utilisée comme une pratique autonome pour prévenir les maladies dues à la chaleur. Idéalement, la surveillance physiologique permet de détecter de manière proactive les signes précoces de contrainte thermique et d'alerter le travailleur sur la nécessité d'agir pour éviter l'aggravation de la contrainte thermique. La surveillance peut signaler les interventions opportunes, notamment les pauses, l'état d'hydratation et l'état de récupération, et peut favoriser l'auto-calibration, en particulier chez les travailleurs inexpérimentés. La surveillance pourrait également être utilisée pour suivre la contrainte thermique de manière préventive grâce à l'analyse des données sur les tâches, les durées ou les lieux de travail associés à des alertes accrues, et idéalement être utilisée pour suivre les « quasi-accidents » d'épuisement par la chaleur et de coup de chaleur, ainsi que pour aider au développement de programmes optimaux de récupération de la contrainte thermique. Toutefois, le déploiement posera de nouveaux défis.

Tout d'abord, des décisions doivent être prises concernant le type de données qui seront collectées ainsi que leur accessibilité et leur sécurité. Les données issues de toute forme de surveillance physiologique, y compris les données d'enquête, sont considérées comme des données médicales privées. Des politiques strictes sont donc requises sur les lieux de travail lorsque la surveillance est déployée afin de déterminer qui a accès aux données pendant et après la surveillance, à quelles fins les données peuvent être utilisées et si les données sont stockées. La détermination du type et du volume de données dictera le niveau de politique et de pratique à mettre en œuvre pour gérer et protéger les droits et la confidentialité des travailleurs. C'est pourquoi les lieux de travail peuvent choisir des systèmes de surveillance dont les données sont limitées (p. ex., les alertes uniquement) ou qui fournissent des données complètes uniquement au travailleur. Le travailleur peut alors décider de partager les données, par exemple avec des prestataires de soins de santé ou des tiers. Il convient de noter qu'à ce jour, le système juridique et l'élaboration d'une politique globale pour gérer la mise en œuvre de tout type de surveillance physiologique n'existent pas et restent un obstacle à la mise en œuvre de ces types de systèmes.

Deuxièmement, le déploiement de tout programme de contrôle nécessitera également l'élaboration et la mise en place de programmes de formation à l'intention des travailleurs et des lieux de travail sur l'utilisation et l'application de ces outils, ainsi que des changements opérationnels pour acheter, gérer et intégrer les changements de politique et de pratique. Dans l'idéal, ces programmes seront élaborés en harmonie avec les programmes éducatifs existants dans le cadre du *Plan de gestion du stress thermique*.

Troisièmement, les technologies d'évaluation de la santé physique et psychologique sont à différents stades de développement et évoluent constamment. Lorsque de nouvelles technologies et de nouveaux dispositifs sont mis sur le marché, il est important de tester la capacité du dispositif à évaluer la fonction prévue par rapport à la norme de mesure la plus élevée. Certains dispositifs de surveillance de la santé ont fait l'objet de tests indépendants afin de déterminer leur fiabilité (résultats cohérents) et leur validité (mesures exactes de ce qu'elles sont censées mesurer). Cependant, il existe sur le marché un grand nombre de dispositifs qui n'ont pas été correctement testés. Cela est principalement dû à la popularité et à la demande de ces dispositifs, qui poussent les entreprises à les produire et à les commercialiser plus rapidement que les chercheurs ne peuvent les tester.

De plus, il convient de noter que même si certains dispositifs disponibles sur le marché ont été validés, ils peuvent ne pas produire les mêmes résultats dans tous les contextes de travail. Si vous souhaitez utiliser des moniteurs physiologiques sur le lieu de travail, le dispositif spécifique envisagé doit être évalué du point de vue de sa validité, de sa fiabilité et de sa praticité dans le contexte professionnel concerné.

Pour une discussion complète sur la surveillance physiologique, voir le [*Guide de surveillance physiologique du stress thermique*](#).

Effets du stress thermique sur la fonction et la performance au travail

Le stress thermique est la charge thermique totale à laquelle un travailleur est exposé et résulte de la combinaison de températures ambiantes élevées, de la production de chaleur métabolique due au travail physique et à l'effort et de l'isolation par les vêtements de protection (CCOHS, 2024; Cheung et al., 2016). Les environnements chauds peuvent être présents dans de nombreux lieux de travail, notamment dans les zones où les matériaux sont extrêmement chauds ou en fusion (p. ex., les usines de cuisson de briques et de céramique, les installations de production de verre, les usines de fusion, les tunnels à vapeur, les fonderies de fer et d'acier), les sites miniers, les emplois en extérieur où il y a une exposition prolongée au soleil (p. ex., les personnes travaillant sur les lignes électriques et de télécommunications, les travailleurs de la construction et de la voirie, les travailleurs des loisirs en plein air), et le personnel d'urgence (p. ex., les pompiers). De plus, les travailleurs qui exercent une activité physique (à l'intérieur comme à l'extérieur) peuvent avoir des difficultés à concilier sécurité et exigences professionnelles dans des conditions thermiques difficiles (Jay et Kenny, 2010). La réaction physiologique du corps au stress thermique peut avoir un impact négatif sur les performances des individus au travail.

Fonction cognitive

La fatigue (Rahman et Adnan, 2023) et les troubles des fonctions cognitives, de la prise de décision et de l'exécution des tâches peuvent accroître le risque d'accident sur le lieu de travail (Hancock et al., 2007; Pilcher et al., 2002) et peuvent être influencés par les environnements chauds.

De faibles augmentations de la température

corporelle centrale peuvent influencer les tâches cognitives (Simmons et al., 2008). L'augmentation de la transpiration et des sensations thermiques chaudes peut provoquer la gêne et parfois la détresse, entraînant une distraction accrue, de l'irritabilité et des changements de comportement (Jay et Kenny, 2010). Cependant, le degré de trouble cognitif peut être basé sur le type de tâche cognitive effectuée. Les tâches moins exigeantes en termes d'attention sont généralement moins vulnérables aux effets de la chaleur que les tâches nécessitant une plus grande concentration ou compétence, telles que les tâches mathématiques ou perceptives (Grether, 1973; Hancock, 1982; Jay et Kenny, 2010; Pilcher et al., 2002; Ramsey, 1995; Ramsey et Morrissey, 1978).

Lors de l'acclimatation à la chaleur, la température peut augmenter plus lentement ou commencer à un niveau plus bas afin de réduire les baisses de performances cognitives liées à la chaleur (Amos et al., 2000; Curley et Hawkins, 1983; Radakovic et al., 2007).

Fonctions physiques

L'augmentation de la chaleur peut réduire la capacité de travail totale et augmenter le risque de blessures chroniques, telles que les microtraumatismes répétés (Cheung et al., 2016; Pienimäki, 2002). Bien que les réductions des performances manuelles soient plus souvent associées aux environnements froids, la chaleur et le froid peuvent tous deux influencer les fonctions du corps entier et accélérer l'apparition de la fatigue (Jay et Kenny, 2010).

L'augmentation de la transpiration peut affecter les tâches qui requièrent de la préhension et de la dextérité manuelle (Meese et al., 1984). Comme pour les tâches cognitives, les troubles liés à la chaleur dans les tâches manuelles varient en fonction du type de tâche effectuée et de la durée d'exposition à l'environnement chaud (Hancock et al., 2007). Les tâches motrices plus complexes (c.-à-d. les tâches impliquant un effort coordonné des muscles et du cerveau) présentent des déficits plus importants que les tâches motrices simples (Piil et al., 2017). L'exposition à la chaleur pendant moins de 60 minutes est associée à des réductions plus importantes des performances que les durées d'exposition de deux heures ou plus (Pilcher et al., 2002). En effet, les personnes exposées à la chaleur pendant une longue période peuvent s'habituer à travailler dans ces conditions, améliorant leur performance globale à mesure que la durée d'exposition augmente (c.-à-d. que l'on s'attend à de moins bonnes performances en début de journée plutôt qu'en fin de journée) (Pilcher et al., 2002).

Globalement, travailler dans des conditions de stress

thermique peut entraîner des pertes de productivité (Flouris et al., 2018; Rahman et Adnan, 2023). On estime que 30 % des travailleurs en situation de stress thermique ont subi des pertes de productivité, ces pertes augmentant d'environ 2,5 % pour chaque augmentation de 1 °C de la température du globe humide (WBGT) au-delà de 24 °C (Flouris et al., 2018).

Autres considérations

L'exposition à la chaleur peut être associée à une infertilité temporaire chez les hommes et les femmes, mais les effets sont plus prononcés chez les hommes (Levine, 1984; Radakovic et al., 2007). La densité, la mobilité et le nombre de spermatozoïdes de forme normale diminuent lorsque la température de la région de l'aîne dépasse les températures normales (Henderson et al., 1986; Jung et Schuppe, 2007; Mieusset et al., 1987; Procopé, 1965).

Mécanismes d'échange de chaleur

Le corps échange de la chaleur avec son environnement par différents mécanismes. La perte de chaleur correspond au transfert de chaleur du corps vers l'environnement. Le gain de chaleur fait référence à la production combinée de chaleur métabolique (métabolisme au repos, travail physique, digestion), et les mécanismes de gain de chaleur sont importants dans les environnements chauds (CCOHS, 2024).

Mécanismes externes

Rayonnement : Le rayonnement représente une part importante de la perte de chaleur et fonctionne sur la base du gradient thermique qui existe entre la peau et la température ambiante (Gagnon 2011, Kenny 2010 Cramer 2022; Lim et al., 2008). Les vaisseaux sanguins de la peau, les artéioles et les petits capillaires augmentent d'abord de diamètre. Le cœur se met alors à battre plus vite pour maintenir la pression et augmente le flux sanguin du cœur (et des parties les plus chaudes du corps) vers la peau. Cela crée un gradient de chaleur où la température de la peau est généralement plus élevée que celle de l'environnement (Díaz et Becker, 2010; Kenney et al., 2015; Lim et al., 2008; McArdle et al., 2007). La chaleur est alors perdue à travers le gradient d'ondes infrarouges et électromagnétiques, refroidissant le sang avant qu'il ne retourne au cœur du corps. Dans la plupart des conditions environnementales rencontrées au Canada, le corps humain est plus chaud que l'environnement qui l'entoure; par conséquent, la

chaleur rayonnante se transmet à l'air et/ou aux objets plus froids de l'environnement. Le rayonnement ne nécessite pas de contact direct entre deux objets et est donc considéré comme une forme indirecte de transfert de chaleur. Dans les professions où les travailleurs peuvent se trouver dans un environnement chaud, ainsi que dans celles qui nécessitent le port de vêtements de protection, cette méthode de dissipation de la chaleur vers l'extérieur est entravée, soit parce que l'EPI interfère avec le gradient, soit parce que la température de l'environnement est élevée. Dans les situations où l'environnement externe est très chaud, le gradient thermique est inversé et la chaleur peut être transférée au travailleur (Levy et Roelofs, 2019).

Évaporation : L'évaporation est également un moyen important pour le corps de perdre de la chaleur (Díaz et Becker, 2010), et son fonctionnement est basé sur la dissipation de la chaleur par la sueur de la peau qui se transforme d'un liquide en un gaz. Lorsque la température de la peau atteint 37 °C, celle-ci commence à produire de la sueur (Díaz et Becker, 2010; Jacklitsch et al., 2016), et le taux d'évaporation augmente à mesure que la température de la peau continue d'augmenter (Díaz et Becker, 2010; McArdle et al., 2007). L'humidité de l'environnement joue un rôle important dans l'efficacité de cette méthode, car une forte humidité de l'air entrave la conversion de l'eau de l'état liquide à l'état gazeux, rendant ainsi la transpiration moins efficace ou inefficace dans les environnements humides. En revanche, dans un environnement sec, la sueur s'évapore rapidement, ce qui contribue à une perte de chaleur rapide (Díaz et Becker, 2010; Cheung, 2010). L'utilisation d'EPI, bien que vitale pour la sécurité de nombreux travailleurs, compromet gravement la capacité du corps à utiliser l'évaporation pour réduire la température corporelle globale; l'absorption de la sueur dans le matériau ne permet pas la perte de chaleur par évaporation.

Conduction : Le transfert de chaleur par contact direct entre des objets (p. ex., le corps et une surface) (Cramer et al., 2022; McArdle et al., 2007). La vitesse de conduction dépend de l'importance du gradient thermique entre les objets, de la conductivité thermique des objets, des barrières éventuelles (p. ex., les vêtements) entre les objets et de la surface de contact entre les objets (Cramer et al., 2022). Par conséquent, le corps humain peut gagner de la chaleur en l'échangeant au contact de toute surface plus chaude dans l'environnement. À moins qu'un travailleur n'entre régulièrement en contact direct avec des objets de températures différentes, la conduction est généralement considérée comme un facteur négligeable de perte de chaleur (Cramer et al., 2022). Cependant, la conduction peut contribuer de manière significative au stress thermique pour les travailleurs qui sont en contact avec des surfaces chaudes sur le lieu de travail (p. ex., assis sur un siège

chaud), ou si un dispositif de refroidissement conçu à cet effet est utilisé (p. ex., une veste de refroidissement).

Convection : Le transfert de chaleur avec le fluide environnant (c.-à-d. l'air ou l'eau) lorsqu'il se déplace à la surface du corps (Cramer et al., 2022). Le corps gagne de la chaleur grâce à l'air chaud et en perd grâce à l'air froid qui entre en contact avec la peau. La climatisation est un exemple d'utilisation de la convection pour refroidir les travailleurs sur le lieu de travail. L'échange de chaleur dépend de la vitesse de l'écoulement (plus l'écoulement est rapide, plus la dissipation est importante), de l'ampleur du gradient de température et des propriétés thermiques du fluide (Cramer et al., 2022; Kenney et al., 2015; McArdle et al., 2007). La convection peut être un facteur plus important de stress thermique pour les travailleurs s'ils sont exposés à la chaleur industrielle.

Mécanismes internes

Outre les mécanismes externes, le corps génère également sa propre chaleur par des mécanismes internes.

Chaleur métabolique : La chaleur produite comme sous-produit du fonctionnement normal des processus biochimiques dans le corps (p. ex., les processus chimiques, l'activation des hormones, la digestion). Il s'agit notamment de l'énergie produite lors de l'activité physique. Au repos, la production de chaleur métabolique chez l'homme est d'environ 75 W pendant le sommeil, 85 W en position assise et 100 W en position debout (Cramer et al., 2022). Cependant, la production de chaleur métabolique augmente avec l'accroissement de l'activité physique, car l'énergie dépensée pour effectuer le travail et l'énergie transformée en chaleur augmentent toutes deux. Au cours d'un exercice intense, environ 80-90 % de la chaleur métabolique est produite par les contractions musculaires (Cramer et al., 2022). Pour les tâches professionnelles, la production de chaleur métabolique chez l'homme est d'environ 180 W à des rythmes de travail faibles, p. ex. un travail manuel léger; 295 W pour des rythmes modérés, p. ex. un travail soutenu des mains et des bras; 415 W pour des rythmes élevés, p. ex. un travail intense des bras et du tronc; et 520 W pour des rythmes très élevés, p. ex. un travail intense de pelletage ou de creusement (Cramer et al., 2022; Gao et al., 2018). La chaleur métabolique doit être libérée dans l'environnement extérieur pour éviter la surchauffe (Cramer et al., 2022; Gao et al., 2018). Toutefois, lorsque le taux de gain de chaleur est supérieur au taux de perte de chaleur, la température du corps commence à augmenter. Si la température

corporelle centrale augmente de manière excessive, le risque de blessure ou de maladie liée à la chaleur augmente (Gifford et al., 2019). Par exemple, dans les environnements de travail chauds, l'utilisation d'EPI crée une barrière entre le corps et l'environnement qui compromet la capacité du corps à dissiper la chaleur métabolique (Cheung et al., 2000; Gao et al., 2018).

Facteurs affectant le stress thermique

Facteurs environnementaux

La température et la vitesse de l'air, l'humidité relative et la température radiante sont les quatre principaux facteurs climatiques qui contribuent au taux d'échange de chaleur entre la peau et l'environnement (Cramer et al., 2022).

Température de l'air : La température de l'air ambiant. La température de l'air est l'un des quatre principaux facteurs climatiques qui contribuent au taux d'échange de chaleur entre la peau et l'environnement (Cramer et al., 2022). Les individus ont tendance à se sentir plus à l'aise lorsque la température de l'air se situe entre 20 °C, avec des vêtements de tous les jours, et 27 °C avec un minimum de vêtements (CCOHS, 2024). Dans les lieux de travail chauds, les travailleurs doivent avoir accès à des zones plus fraîches, telles que des salles climatisées à l'intérieur ou des zones ombragées à l'extérieur.

Humidité relative : La quantité de vapeur d'eau dans l'air détermine la capacité d'évaporation de l'environnement (c.-à-d. la capacité de la sueur à s'évaporer et à réduire la chaleur corporelle). Un taux d'humidité élevé réduit la quantité de sueur qui peut être évaporée de la peau dans les environnements chauds (Jay et Kenny, 2010).

Vitesse de l'air : Le mouvement de l'air induit par la ventilation intérieure ou les vents extérieurs. Dans les environnements chauds, la faible vitesse de l'air altère la perte de chaleur par évaporation, ce qui donne l'impression que l'environnement est plus chaud. La ventilation locale et la vitesse de l'air peuvent être augmentées à l'aide de ventilateurs électriques (Jay et al., 2015). Toutefois, lorsque la

température de l'air est supérieure à la température de la peau des travailleurs, les vitesses d'air doivent être réduites à des niveaux qui permettent encore la perte de chaleur par évaporation, mais qui réduisent également le gain de chaleur par conduction (Jacklitsch et al., 2016).

Température de rayonnement : Les objets ou les surfaces très chaudes transmettent cette chaleur à d'autres objets ou personnes dans la zone environnante, contribuant ainsi à la température globale de l'environnement. Le soleil est la plus grande source de chaleur rayonnante, mais il existe également des sources de chaleur rayonnante sur les lieux de travail, telles que la chaleur industrielle, les moteurs, les fours, etc. (Cramer et al., 2022). Le transfert de chaleur par rayonnement est influencé par la quantité de chaleur rayonnée, la durée d'exposition du travailleur à la chaleur rayonnante et l'isolation des vêtements (Cramer et al., 2022).

Changement climatique : Selon les scientifiques du Goddard Institute for Space Studies (GISS) de la NASA à New York, l'année 2019 a été plus chaude de 0,98 °C (1,8 °F) que la moyenne de référence établie de 1951 à 1980 (NASA GISS/Schmidt, 2020) (Figure 2). Au Canada en particulier, les températures ont augmenté presque deux fois plus vite que la moyenne mondiale, le réchauffement le plus important étant observé en hiver (Zhang et al., 2019). On estime qu'entre 1948 et 2016, la température annuelle moyenne a augmenté de 1,7 °C pour l'ensemble du

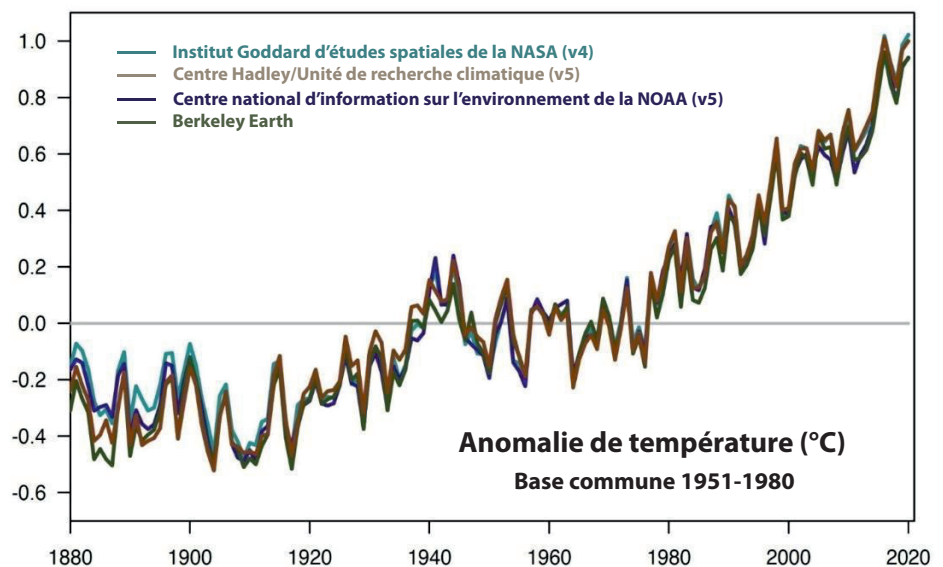


Figure 2. « Ce graphique montre les anomalies de température annuelles de 1880 à 2019, par rapport à la moyenne de 1951-1980, telles qu'enregistrées par la NASA, la NOAA, le groupe de recherche Berkeley Earth et le Met Office Hadley Centre (Royaume-Uni). Bien qu'il y ait des variations mineures d'une année à l'autre, les quatre relevés de température présentent des pics et des creux en phase les uns avec les autres. Toutes montrent un réchauffement rapide au cours des dernières décennies, et toutes montrent que la dernière décennie a été la plus chaude » (Figure extraite de : NASA GISS/Schmidt, 2020).

Canada, et de 2,3 °C pour le nord du Canada (au nord de 60° de latitude) (Zhang et al., 2019). Outre l'augmentation des températures moyennes, les températures chaudes extrêmes ont également augmenté (Zhang et al., 2019). L'augmentation des températures due au changement climatique contribuera à accroître le risque de maladies liées à la chaleur chez les travailleurs. Pour un rapport complet, voir le rapport 2023 du Lancet Countdown sur la santé et le changement climatique (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 (Romanellow et al., 2023)).

Facteurs individuels et liés à l'emploi

L'état de santé général d'une personne et ses conditions de travail ont une incidence sur sa capacité à s'adapter à des environnements chauds. Certaines caractéristiques ou conditions peuvent influencer la capacité d'un individu à emmagasiner la chaleur, qui est déterminée par des caractéristiques anthropométriques telles que la masse maigre et la masse grasse, la tolérance thermique et la réaction de l'organisme au stress thermique. Ces facteurs peuvent augmenter le risque de blessures liées à la chaleur.

Vêtements et EPI : les vêtements doivent être choisis en fonction de la température ambiante, des conditions météorologiques (vent, pluie, etc.), de la conception du travail, ainsi que du niveau et de la durée de l'activité (CCOHS, 2024). Le choix des vêtements en fonction de ces facteurs peut aider à réguler la quantité de chaleur et de transpiration produite et conservée pendant le travail dans des conditions chaudes ou froides. Toutefois, compte tenu des exigences élevées de certaines professions, le port d'un EPI est essentiel à la santé et à la sécurité du travailleur. Bien qu'ils protègent le travailleur, les EPI peuvent recouvrir la majeure partie de sa peau, ce qui réduit la circulation de l'air vers la peau et favorise l'emprisonnement de l'air, deux facteurs qui nuisent à la perte de chaleur par évaporation et par rayonnement (Angerer et al., 2008; Foster et al., 2020; Gao et al., 2018; Rodríguez-Marroyo et al., 2012; Ruby et al., 2002; Smith et al., 2001). En général, l'EPI a un effet négatif sur la capacité du corps à se thermoréguler, entraînant une augmentation estimée de 13 à 18 % de la production de chaleur interne et des taux métaboliques (Almario, 2019; Cheung, 2010; Cheung, et al., 2000). Les couches multiples de protection rendent l'échange de chaleur avec l'environnement encore

plus difficile, le potentiel de perte de chaleur diminuant en fonction de l'augmentation de l'isolation et de la capacité d'évaporation de la combinaison vêtements et EPI (Foster et al., 2020).

Les lignes directrices suivantes devraient permettre de suggérer des vêtements adaptés aux environnements chauds :

- Il est conseillé de porter des vêtements clairs en cas d'exposition au soleil.
- Lorsque cela ne présente aucun danger, les vêtements doivent être amples.
- Porter des vêtements réfléchissants dans les environnements à forte chaleur radiante.
- Couvrez-vous la tête lorsque vous êtes exposé à la lumière directe du soleil.
- Les couches internes doivent « évacuer » l'humidité de la peau, « respirer ». Les matériaux qui possèdent cette propriété sont notamment les polyesters ou le polypropylène.
- Lorsque le rythme de travail physique, l'équipement de protection ou l'environnement ne peuvent être modifiés, des vêtements de refroidissement auxiliaires peuvent être utilisés. Il s'agit notamment des systèmes de gilet à glace et des systèmes de refroidissement par circulation de liquide ou d'air.

Durée des quarts de travail et nombre de quarts consécutifs : La durée des quarts de travail des travailleurs et le nombre de quarts consécutifs qu'ils effectuent peuvent avoir un impact sur les effets du stress thermique sur ces l'ensemble des cycles travail-repos, on a constaté que la capacité de travail physique des individus était plus faible dans les environnements modérés, chauds et très chauds, la réduction de la capacité étant proportionnelle à la gravité du stress thermique et à la durée de l'exposition (diminution de la capacité de travail physique de 5(± 4) %, 7(± 6) % et 16(± 7) %, respectivement)(Smallcombe et al., 2022). Les longues heures de travail, qui entraînent une augmentation des exigences professionnelles, ont également été identifiées comme un facteur de risque d'augmentation de la pression artérielle (Choi et al., 2016) et de la température corporelle centrale (Raines et al., 2015) chez les travailleurs. De plus, une corrélation positive a été établie entre la durée des quarts/heures de travail et l'apparition d'un ou de plusieurs symptômes de stress thermique chez les travailleurs, en particulier les maux de tête, les vertiges, les crampes musculaires et la confusion (Kim et al., 2019).

Au fil des jours consécutifs, on a observé une augmentation de la température corporelle centrale des travailleurs (Notley et al., 2018ab). Cependant, l'âge des travailleurs peut contribuer à l'ampleur de l'effet, car cette augmentation de la température corporelle centrale a été observée chez les hommes plus âgés (Notley et al., 2018ab), tandis que chez les hommes plus jeunes, la température corporelle centrale n'a pas augmenté de manière significative, bien que leurs évaluations de l'effort perçu, des niveaux de fatigue perçus et de l'énergie perçue aient été plus faibles au cours des jours consécutifs (Notley et al., 2018c). Ce phénomène n'a pas été mesuré chez les femmes.

Lorsqu'un travail continu est effectué sous des températures élevées, des périodes de repos fréquentes doivent être prises (Kjellstorm et al., 2009), et des espaces rafraîchis doivent être mis à la disposition des travailleurs. Par exemple, les cabines d'observation réfrigérées peuvent permettre aux travailleurs de se rafraîchir et de surveiller l'équipement simultanément (CCOHS, 2024). La mise en place de cycles travail-repos est importante pour limiter l'accumulation de chaleur corporelle dans les environnements chauds.

Acclimatation : Le développement d'une résistance ou d'une tolérance accrue à un changement environnemental lors d'une exposition répétée à cet environnement (CCOHS, 2024; Gosling, et al., 2014; Jay et Kenny, 2015). L'acclimatation à la chaleur, décrite comme l'amélioration des réactions thermorégulatrices pour augmenter la perte de chaleur en cas de stress thermique, se produit lorsque les personnes sont exposées de manière répétée à la chaleur. Les nouveaux employés devraient disposer de suffisamment de temps pour s'acclimater aux nouvelles conditions thermiques avant d'assumer une charge de travail complète (CCOHS, 2024). Pour s'acclimater, les travailleurs peuvent avoir intérêt à suivre un programme d'acclimatation (Jacklitsch et al., 2016). Ces horaires peuvent être utilisés pour augmenter la capacité de travail, réduire le risque de maladies liées à la chaleur et améliorer les temps de tolérance à la chaleur (Jay et Kenny, 2015). Au cours de la période programmée, les travailleurs augmentent progressivement leur temps d'exposition aux conditions environnementales chaudes sur une période de 7 à 10 jours (Ashley et al., 2015; Cheung et al., 2016; Sawka et al., 2003; Taylor, 2014). Une baisse de la température de la peau et de la température corporelle centrale, ainsi que de la fréquence cardiaque, est observée lors de protocoles d'acclimatation plus courts. Des protocoles plus longs (p. ex., 14 jours) amélioreront encore le taux de transpiration, le confort thermique et la capacité de travail en général. Cependant, le temps et l'ampleur de ces réactions à l'acclimatation peuvent varier considérablement d'un individu à l'autre. Les lieux de

travail devraient envisager l'intégration d'outils d'évaluation de l'acclimatation lorsque cela est possible (Armstrong et Maresh, 1991; Cheung et al., 2000; Gao et al., 2018; Lam et Lau, 2018; Nielsen, 1998; Périard et al., 2016a; Taylor, 2014). Collectivement, ces adaptations physiologiques permettent à l'organisme de dissiper la chaleur plus efficacement, augmentant ainsi sa capacité à amortir les variations de la température corporelle centrale.

Il est à noter que si les travailleurs ne maintiennent pas délibérément leur acclimatation lorsqu'ils ne sont pas au travail, cet effet disparaît rapidement pendant les « journées de repos ». Une diminution de la tolérance thermique, en particulier au stress thermique, peut se produire en l'espace de 3 à 4 jours (CCOHS, 2024). La désacclimatation peut se produire en cas d'absence de l'environnement thermique pendant une semaine ou plus (Jacklitsch, 2016). Les personnes en bonne forme physique s'acclimatent mieux à la chaleur que les personnes en moins bonne forme (Pandolf et al., 1977). Par conséquent, les travailleurs peuvent avoir besoin de se réacclimater s'ils sont absents des conditions thermiques pendant une période prolongée. Des précautions supplémentaires doivent être prises le premier jour d'un changement de quart de travail, car l'individu peut avoir une acclimatation réduite pendant les jours de repos (Jacklitsch, 2016). Cependant, la réacclimatation peut généralement être retrouvée plus rapidement en 3 à 5 jours après le retour dans l'environnement thermique en fonction de la durée d'absence du stress thermique (Ashley et al., 2015; Lind et Bass, 1963; Wyndham, 1973). Diverses organisations et agences ont émis des recommandations spécifiques à l'industrie pour l'exposition et l'acclimatation (p. ex., l'ACGIH), mais la recommandation générale pour les personnes qui reprennent le même travail après un congé prolongé (~9 jours ou plus) est la suivante : 50 % de la durée habituelle de travail sous contrainte thermique le jour 1, 60 % le jour 2, 80-90 % le jour 3 et 100 % le jour 4 (Jacklitsch, 2016).

La saison estivale en Ontario n'est généralement pas assez chaude pour que les travailleurs effectuant des travaux légers (assis/debout, travaux légers avec les bras) soient considérés comme acclimatés pour la VLE de stress thermique/contrainte thermique de l'ACGIH. Les travailleurs effectuant un travail modéré ne sont considérés comme acclimatés en Ontario que s'ils travaillent régulièrement à proximité de sources de chaleur (p. ex., dans les fonderies, à proximité des fours, etc.)

État d'hydratation : La consommation d'eau est essentielle pour un certain nombre de fonctions corporelles (p. ex., la régulation de la température via la production de sueur, la production d'urine, la respiration) (Benelam et Wyness, 2010; Montain et Coyle, 1992; Raines et al., 2015; Taylor et al., 2014). Dans la mesure du possible, l'apport en liquide doit être égal à la perte de liquide; cependant, la soif est un mauvais indicateur de l'état d'hydratation et les mécanismes normaux de la soif ne sont souvent pas assez sensibles pour assurer un apport en eau suffisant en cas de stress thermique (Greenleaf et Harrison, 1986; McArdle et al., 2010). L'hydratation peut diminuer rapidement en raison des exigences élevées de l'activité physique professionnelle, qui augmentent la transpiration et la fréquence respiratoire, entraînant une plus grande perte d'eau, en particulier à des températures ambiantes plus élevées (Fehling et al., 2015; Raines et al., 2015). Les conséquences de ces processus physiologiques peuvent être exacerbées lorsque les travailleurs sont exposés à une chaleur excessive, car la transpiration excessive contribue à accélérer les pertes d'eau. Les personnes plus actives ou exposées à un stress thermique ont besoin d'un apport hydrique plus important que les personnes sédentaires ou qui se trouvent dans des conditions thermoneutres (ni chaudes ni froides).

Un manque de consommation d'eau peut entraîner une déshydratation, une hypotension, une confusion, des maux de tête, des nausées et, dans les cas extrêmes, une faiblesse musculaire et une insuffisance rénale (Ritz et Berrut, 2005). À l'inverse, une consommation excessive d'eau peut entraîner une hyperhydratation, accompagnée de nausées, de confusion, d'une élévation de la tension artérielle et d'un œdème (gonflement) (Ritz et Berrut, 2005). Les personnes doivent être encouragées à boire des liquides en petites quantités, à intervalles fréquents (McArdle et al., 2010). Il est important de ne pas trop boire d'eau dans les environnements chauds et humides. Une consommation excessive d'eau, combinée à une perte importante de sel due à la transpiration, peut diminuer la concentration de sodium dans le sang. C'est ce que l'on appelle l'hyponatrémie, qui aggrave encore le déséquilibre sodique (Almond et al., 2005; Benelam et Wyness, 2010; Cheung et al., 2016; Lee et al., 2011). Une baisse du taux de sodium dans le sang peut entraîner une confusion mentale, un gonflement du cerveau, des dysfonctionnements neurologiques, des problèmes de démarche et éventuellement des chutes, autant d'éléments qui sont liés à la sécurité au travail. Il s'agit d'une préoccupation majeure pour les personnes qui travaillent dans des environnements chauds pendant des périodes prolongées (Rosner et Kirven, 2007). Lorsque la chaleur entraîne une perte rapide d'eau et d'électrolytes par évaporation de la sueur, la perte d'eau, de sel et de potassium doit être compensée par une augmentation de l'apport alimentaire et

hydrique. Le sel et le potassium d'un régime alimentaire normal devraient suffire à maintenir l'équilibre électrolytique chez les personnes acclimatées, mais il peut être nécessaire d'ajouter des aliments riches en sel et en potassium pour les travailleurs non acclimatés (CCOHS, 2024; Sawka et al., 2003).

En outre, une diminution de l'hydratation entraîne une baisse du volume sanguin total. La combinaison d'un faible volume sanguin dû à la transpiration et d'une vasodilatation des vaisseaux sanguins pour améliorer la perte de chaleur peut entraîner une baisse de la pression artérielle chez certains travailleurs (Crandall et al., 2015). De plus, la déshydratation réduit la capacité de transpiration et, par conséquent, la perte de chaleur, ce qui entraîne une augmentation supplémentaire de la température. Pour compenser la baisse de la pression artérielle et l'augmentation de la température, la fréquence cardiaque augmente encore pour maintenir le débit cardiaque et le transport adéquat de l'oxygène dans l'organisme (Cheung et al., 2000; Raines et al., 2015; Ruby et al., 2003; Cheung, 2010). Par conséquent, le maintien de l'état d'hydratation est une mesure de protection, en particulier contre le stress thermique, car il maintient le volume sanguin stable et diminue la charge cardiovasculaire de l'organisme.

Âge et expérience professionnelle : Les personnes plus âgées (~40 ans ou plus) peuvent être plus sensibles aux effets du stress thermique et avoir plus de difficultés à s'acclimater (CCOHS, 2024; Jacklitsch, 2016). Dans un échantillon de personnes âgées de 31 à 70 ans, près d'un tiers d'entre elles ont été dépistées comme étant sensibles à la contrainte thermique (Flouris et al., 2018). Après 50 ans, la capacité de thermorégulation du corps diminue progressivement (Robertshaw, 1981), en partie à cause de la réduction de la réactivité et des fonctions des glandes sudoripares (Taylor et al., 2008). Des niveaux plus élevés d'aptitude aérobie chez les adultes plus âgés peuvent aider à maintenir leur aptitude cardiovasculaire pour aider à protéger contre le stress thermique (Foster et al., 2020; Notley et al., 2020); cependant, les réductions de la réaction sudorale persisteront (Foster et al., 2020). Les personnes âgées peuvent également être plus sensibles à la déshydratation, en raison d'une perception réduite de la soif ou d'une soif atténuée (Stookey, 2005; Toffanello et al., 2010). La prévalence des risques indirects sur le lieu de travail peut être amplifiée par la diminution, liée à l'âge, de la force, de la proprioception, du contrôle moteur et/ou des fonctions cognitives (Cheung et al., 2016).

Sur le lieu de travail, le risque lié à l'âge de développer des symptômes de maladies liées à la chaleur peut également être modéré par l'expérience professionnelle des individus. Les taux de maladies liées à la chaleur (MLC) ou les symptômes de MLC ont tendance à être plus élevés chez les travailleurs jeunes et moins expérimentés que chez les travailleurs plus âgés et plus expérimentés (Gifford et al., 2019; Heinzerling et al., 2020; Spector et al., 2015; Taggart et al., 2024). Une évaluation des données relatives à l'indemnisation des accidents du travail pour les MLC en Californie a révélé que près de 10 % des cas se produisaient dans les deux premières semaines suivant la date d'embauche du travailleur, et que près de 3 % des cas se produisaient le premier jour de travail du travailleur (Heinzerling et al., 2020). Il est probable que les personnes ayant une plus grande expérience professionnelle, qui ont également tendance à être plus âgées, sont mieux à même de reconnaître qu'elles souffrent de stress thermique et de mettre en œuvre des contrôles comportementaux pour réduire leur risque, alors que les jeunes travailleurs n'ont pas le niveau d'expérience nécessaire pour le faire.

Sexe : Au niveau de la population, les hommes sont généralement plus tolérants à la chaleur que les femmes (Foster et al., 2020). Les femmes ont tendance à transpirer moins (Foster et al., 2020; Gagnon et Kenny, 2011) et à avoir une fréquence cardiaque plus élevée (Foster et al., 2020) que les hommes de même taille et de même condition physique. Cette différence ne persiste pas si les hommes et les femmes sont tous deux acclimatés (Foster et al., 2020). Toutefois, les avis divergent quant à savoir si cette différence de tolérance est due à des différences propre au sexe ou à des différences morphologiques (p. ex., la surface de la peau). Notley et ses collègues (2017) ont constaté que dans des conditions de travail et de chaleur similaires, lorsque les hommes et les femmes étaient appariés pour les caractéristiques morphologiques, ni leur réaction sudorale, ni leur réaction vasculaire cutanée ne différaient. Au lieu de cela, 10 à 48 % de la variation interindividuelle de la réaction thermique était expliquée par les différences de surface de la peau, tandis que le sexe ne représentait que 5 % de la variation après prise en compte de la surface de la peau (Notley et al., 2017). Néanmoins, les femmes ont tendance à avoir plus de tissu adipeux, alors que les hommes ont plus de masse musculaire. Le tissu musculaire est plus dense et peut emmagasiner plus de chaleur, offrant aux hommes une plus grande capacité de stockage de la chaleur et donc une protection supplémentaire contre le stress thermique. En général, lorsque la production de chaleur dépasse la perte de chaleur, les femmes ont tendance à être plus exposées au risque d'hyperthermie, tandis que les hommes sont plus exposés au risque de déshydratation en raison de leur taux de transpiration plus élevé (Wickham et al., 2021; Foster et al., 2020).

Condition physique : Les activités physiques de haute intensité sont associées à une élévation de la fréquence cardiaque, ce qui peut contribuer au stress thermique. Une fréquence cardiaque élevée accompagnée d'une élévation de la température corporelle centrale indique une contrainte thermique (réaction physiologique de l'organisme au stress thermique) (Cheung et al., 2000; Coker et al., 2019; Logan et Bernard, 1999; Ruby et al., 2002).

Une faible condition aérobique et/ou musculaire peut encore réduire la capacité de travail physique lors de l'exécution de tâches physiquement exigeantes dans des environnements chauds. Une moins bonne condition physique réduit la capacité d'un individu à gérer les exigences cardiaques du stress thermique (Buskirk et al., 1965). Une moins bonne condition physique peut également rendre les individus moins tolérants à la chaleur, plus sensibles aux sensations de chaleur extrême, et augmenter l'incidence des blessures et des maladies dues à la chaleur (Alele et al., 2021; CCOHS, 2024; Foster et al., 2020; Pandolf et al., 1977; Tipton et al., 2008; Yeargin et al., 2006).

Des recherches ont montré que le maintien d'une bonne condition physique aérobie protège contre le stress thermique (Cheung, et al., 2000). Les avantages de la condition aérobique découlent en grande partie de l'augmentation de la capacité cardiovasculaire, de l'amélioration de la circulation périphérique et des taux de transpiration (Foster et al., 2020). À un rythme de travail fixe, les personnes en bonne condition physique ont tendance à être moins exposées au risque d'hyperthermie et de perte de productivité que les personnes en mauvaise condition physique (Foster et al., 2020). Dans le cas d'un travail à leur propre rythme, les personnes ayant une meilleure condition aérobique ont tendance à avoir un rendement plus élevé, bien que chez les travailleurs non acclimatés ou inexpérimentés, cela puisse encore conduire à une température corporelle centrale plus élevée (Foster et al., 2020).

Tableau 1. Seuils de risque de VO₂ max pour une température corporelle centrale plus élevée, en fonction de l'intensité du travail (d'après : Foster et al., 2020)

Intensité de travail	VO ₂ max (mL/kg/min)
Travail intensif	< 35.6
Travail modéré	< 30

Forme du corps : Différents facteurs liés à la morphologie influencent la façon dont les individus dissipent la chaleur. Notley et ses collègues (2017) ont constaté que lors d'un stress thermique compensable (c.-à-d. lorsque le corps n'est pas en état de gain de chaleur continu), les personnes ayant une plus grande surface (c.-à-d. plus de surface cutanée disponible) s'appuyaient sur la vasodilatation cutanée, tandis que les individus ayant une plus petite surface (c.-à-d. moins de surface cutanée disponible) s'appuyaient davantage sur la transpiration pour perdre de la chaleur. La composition corporelle joue également un rôle dans la dissipation de la chaleur, car il existe des différences dans la capacité de stockage de la chaleur entre la masse maigre et la masse grasse (les muscles stockent plus de chaleur : 3,65 contre 2,51 J par g par °C), ce qui suggère que les individus plus maigres sont plus tolérants à la chaleur, car les muscles peuvent stocker plus de chaleur (Cramer et Jay 2016).

L'augmentation de la masse grasse d'un individu peut entraîner des difficultés à maintenir l'équilibre thermique : le transfert de chaleur vers l'environnement est ralenti par l'ajout de tissu adipeux (Selkirk et McLellan, 2001). Cela peut être préjudiciable dans les environnements chauds, car l'effet isolant de la graisse contribue au stockage de la chaleur dans le corps (Hanna et Tait, 2015). Alele et ses collègues (2021) ont constaté que les personnes les plus intolérantes à la chaleur avaient un IMC plus

élevé, un pourcentage de graisse corporelle plus élevé et une surface corporelle inférieure par rapport à la masse vis-à-vis des personnes les plus tolérantes à la chaleur. Le surpoids d'une personne peut également entraîner une augmentation de la production de chaleur en raison de l'énergie métabolique supplémentaire requise pour effectuer une tâche par rapport à une personne maigre, ce qui accroît le risque de MLC (Khogali et Hales, 1983). Le pourcentage de graisse corporelle est un facteur prédictif des résultats de la tolérance à la chaleur, y compris la température corporelle centrale et la fréquence cardiaque (Alele et al., 2021).

Globalement, le poids relatif de chaque facteur est dynamique et peut être influencé par le type de travail (p. ex., rythme fixe ou rythme personnel), l'intensité du travail (faible, modérée, élevée) et le climat environnemental (température, humidité) (Foster et al., 2020). Flouris et ses collègues (2018) ont défini une liste de critères (tableau 2) pour aider à dépister les individus (âgés de 31 à 70 ans) en vue d'une éventuelle susceptibilité au stress thermique, les individus qui répondent à deux critères ou plus étant considérés comme plus susceptibles de subir un stress thermique pendant leur travail dans des environnements chauds. Ces critères sont limités et ne permettent pas d'établir un diagnostic pour les travailleurs, mais ils peuvent constituer une ligne directrice générale pour aider les lieux de travail à définir des seuils pour leurs plans de gestion de la chaleur.

Tableau 2. Critères de dépistage propres au sexe pour la susceptibilité au stress thermique lors d'activités professionnelles et de loisirs dans des environnements chauds chez les personnes âgées de 31 à 70 ans (d'après Flouris et al., 2018). Les personnes répondant à au moins deux de ces critères sont susceptibles d'être exposées au stress thermique.

	Hommes	Femmes
Âge	≥ 53.0 ans	≥ 55.8 ans
Indice de masse corporelle	≥ 29.5 kg/m ²	≥ 25.7 kg/m ²
Pourcentage de graisse corporelle	≥ 28.8%	≥ 34.9%
Surface corporelle*	≤ 2.0 m ²	≤ 1.7 m ²
Pic d'absorption d'oxygène**	≤ 48.3 mlO ₂ /de masse non grasse/min	≤ 41.4 mlO ₂ /de masse non grasse/min

*Voir <https://www.calculator.net/body-surface-area-calculator.html> pour estimer la surface corporelle d'un travailleur donné.

**Le pic de VO₂ est la valeur la plus élevée de VO₂ atteinte lors d'un test particulier, le plus souvent un test gradué ou un autre test de haute intensité.

Conditions médicales préexistantes : Certaines conditions médicales pré existantes peuvent affecter la tolérance individuelle au stress thermique, en particulier toute maladie chronique qui affecte la circulation sanguine, la production de sueur, la capacité cardiaque (Tait, 2011) ou tout autre facteur affectant de manière prédominante la thermorégulation. Les maladies cardiaques (Kenny et al., 2010; Tait, 2011), l'hypertension artérielle (Kenny et al., 2010; Tait, 2011) et le diabète non contrôlé (Foster et al., 2020; Kenny, Sigal, et McGinn, 2016; Kenny et al., 2010; Tait, 2011) sont des exemples courants de ces conditions médicales. Bien que des recherches supplémentaires soient nécessaires, il existe également des preuves émergentes que la réaction au stress thermique peut être affectée par l'infection active de COVID-19, ainsi que par les pathologies liées au COVID long (p. ex., López-Carr et al., 2022).

N'hésitez pas à consulter un médecin si vous vous demandez si une condition préexistante peut affecter votre sensibilité au stress thermique sur le lieu de travail.

Médicaments : De nombreux médicaments prescrits et en vente libre peuvent interférer avec la régulation de la température corporelle (Gauer et Meyers, 2019; Khogali et Hales, 1983; Sorensen et Hess, 2022), et sont capables de diminuer la capacité d'une personne à faire face au stress thermique (CCOHS, 2024; Tait, 2011). Le tableau 3 fournit une liste de certains types de médicaments courants et de leurs effets thermorégulateurs associés. La liste des médicaments figurant dans ce tableau n'est pas exhaustive et tous les médicaments n'ont pas le même effet sur toutes les personnes.

Consultez un fournisseur de soins médicaux si vous vous demandez si une condition préexistante que vous avez peut affecter votre susceptibilité au stress thermique sur le lieu de travail.

Tableau 3. Médicaments courants (en vente libre et sur ordonnance) et leurs effets sur la régulation thermique.

Médicaments	Effets sur la régulation thermique
Médicaments à activité anticholinergique	L'altération de la thermorégulation centrale, la sédation et les troubles cognitifs entraînent une sécheresse de la bouche et/ou de la peau, de la fièvre, un arrêt de la transpiration (Sorensen et Hess, 2022), une hypotension et une réduction du débit cardiaque qui peuvent augmenter le risque d'évanouissement et de chute. P. ex., atropine, antihistaminiques, antidépresseurs tricycliques, phénothiazines, butyrophénones.
Médicaments pour la tension artérielle	Diminution de la fréquence cardiaque et de la contractilité cardiaque, ce qui peut entraver la perte de chaleur par les mécanismes vasculaires (Sorensen et Hess, 2022). Bêta-bloquants, inhibiteurs calciques, etc.
Hypotenseurs et diurétiques	Augmentation de la déshydratation, diminution du débit cardiaque, diminution du volume sanguin (hypovolémie), hypotension posturale augmentant le risque d'évanouissement ou de chute, diminution de la sensation de soif, déficiences rénales (Sorensen et Hess, 2022; Tait, 2011; Westaway, 2015). Chlorothiazide, bumétanide, triamtérène, etc.

Médicaments	Effets sur la régulation thermique
Sédatifs et anxiolytiques	Altération des réactions comportementales à la température, telles que boire des liquides ou prendre des mesures de refroidissement/réchauffement (<i>Sorensen et Hess, 2022</i>); ces médicaments peuvent également réduire le seuil de frisson (<i>Tait, 2011</i>). P. ex., benzodiazépines, barbituriques, zolpidem, eszopiclone, etc.
Antipsychotiques	Interférence avec la thermorégulation hypothalamique (<i>Sorensen et Hess, 2022</i>). De plus, la transpiration altérée, la sensation de soif réduite, l'hypotension et le débit cardiaque réduit peuvent augmenter les risques d'évanouissement ou de chute, la sédation et les troubles cognitifs, tels que la réduction de la vigilance, du jugement et de la perception, peuvent survenir (<i>Cuddy, 2004; Westaway, 2015</i>). P. ex., phénothizines, rispéridone, olanzapine, quétiapine, halopéridol, etc.
Antidépresseurs	
1. Antidépresseurs tricycliques	Peuvent nuire au refroidissement par rayonnement en raison d'une vasoconstriction périphérique (<i>Sorensen et Hess, 2022</i>). Ils ont de puissants effets anticholinergiques, et l'hypotension et la réduction du débit cardiaque peuvent augmenter le risque d'évanouissement et de chute (<i>Westaway, 2015</i>). P. ex., Amitriptyline
2. Inhibiteurs sélectifs de la recapture de la sérotonine (ISRS)	Interférence avec la thermorégulation hypothalamique (<i>Sorensen et Hess, 2022</i>). L'altération de la transpiration peut être associée à une hyponatrémie, à une augmentation de la production de chaleur cholinergique et à une inhibition des voies de perte de chaleur (<i>Epstein et al., 1997</i>), à une sédation et à des troubles cognitifs, tels qu'une diminution de la vigilance, du jugement et de la perception (<i>Westaway, 2015</i>). P. ex., sertraline, citalopram, escitalopram
3. Inhibiteurs de la recapture de la sérotonine et de la noradrénaline (IRSNA)	Altération de la transpiration, augmentation de la production de chaleur cholinergique et inhibition des voies de perte de chaleur (<i>Epstein et al., 1997</i>). P. ex., venlafaxine, duloxétine, desvenlafaxine, etc.
Amphétamines	Augmentation du taux métabolique dans le système nerveux central (<i>Cuddy, 2004; Ely et al., 2011; Sorensen et Hess, 2022</i>), diminution du flux sanguin et limitation de la dissipation de la chaleur (<i>Cuddy, 2004</i>). P. ex., dextroamphétamine, méthylphénidate, combinaisons dextroamphétamine et d'amphétamine.

Consultez un fournisseur de soins médicaux si vous êtes préoccupé par la question de savoir si les médicaments que vous prenez peuvent affecter votre capacité à faire face au stress thermique.

L'alcool et les substances illicites peuvent également altérer les fonctions thermorégulatrices. Sur le plan comportemental, la consommation d'alcool et de substances illicites peut altérer la vigilance et le jugement concernant la perception de la chaleur par les individus (Sorensen et Hess, 2022).

En outre, la consommation d'alcool peut entraver la perte de chaleur par vasodilatation et contractilité cardiaque en exacerbant la déshydratation, tandis que les substances illicites peuvent augmenter la production de chaleur métabolique (Sorensen et Hess, 2022).

Blessures et maladies liées à la chaleur

Le stress thermique est défini comme la charge nette à laquelle un travailleur peut être exposé à la chaleur et la contrainte thermique est la réaction physiologique à ce stress (Donoghue, 2004; WSN, 2014; Xiang et al., 2014). Le maintien d'une température corporelle centrale d'environ 37 °C est crucial pour les processus physiologiques normaux, car les cellules et les organes fonctionnent dans une plage thermique étroite autour de cette température. Les fortes augmentations de la température corporelle centrale perturbent les réactions chimiques, augmentent les mouvements moléculaires et provoquent la dégradation des protéines et des molécules, ce qui nuit aux processus physiologiques normaux et entraîne des maladies dues à la contrainte thermique (Carballo-Leyenda et al., 2019; Cuddy et Ruby, 2011).

La maladie due à la chaleur est un terme générique désignant un ensemble de troubles liés à la chaleur, notamment : éruption cutanée/oedème, crampes de chaleur (déshydratation), syncope de chaleur (évanouissement), épuisement dû à la chaleur et coup de chaleur, le corps essayant de contrôler une température corporelle centrale en augmentation. Les maladies liées à la chaleur surviennent lorsque le corps perd son environnement thermiquement neutre et que la température corporelle centrale commence à augmenter au-dessus de 37 °C. Une

méta-analyse réalisée par Faurie et ses collègues (2022) a montré que pour chaque augmentation de 1 °C de la température ambiante, le risque de souffrir d'une maladie liée à la chaleur augmentait de 18 %, tandis que le risque de mortalité augmentait de 35 %.

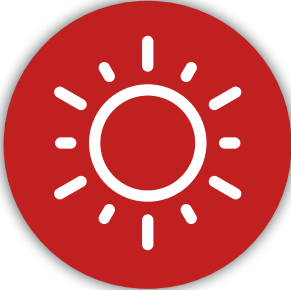
Les blessures et les maladies professionnelles liées à la chaleur surviennent lorsque la charge thermique de l'environnement et les exigences métaboliques dépassent la capacité du corps à maintenir une température corporelle centrale constante (Jacklistsch, 2016). De nombreux travailleurs dans des environnements à haute température (p. ex., les travailleurs des mines, les travailleurs agricoles) déclarent avoir ressenti au moins un symptôme lié à la chaleur (Spector et al., 2015; Taggart et al., 2024), une méta-analyse de Flouris et ses collègues (2018) indiquant que 35 % des personnes qui ont travaillé un seul quart de travail dans des conditions de stress thermique ont subi une contrainte thermique professionnelle. Dans l'ensemble, les températures élevées contribuent à l'augmentation des demandes d'indemnisation liées à la chaleur (Fortune et al., 2013; Xiang et al., 2014).

Il est important de connaître les maladies liées à la chaleur, de savoir reconnaître leurs symptômes et de connaître les mesures à prendre pour éviter les incidents liés à la chaleur sur le lieu de travail, afin d'assurer votre propre sécurité et celle des personnes qui vous entourent. Les individus peuvent être incapables de remarquer leurs propres symptômes, de sorte qu'il incombe souvent à leurs collègues de reconnaître les symptômes et de rechercher rapidement les premiers soins ou une aide médicale (CCOHS, 2024).

Maladies de courte durée

Les blessures et maladies aiguës liées à la chaleur sont énumérées dans le tableau 4, de la plus légère à la plus grave.

Tableau 4. Descriptions des maladies liées à la chaleur, de leurs signes et symptômes associés, ainsi que des voies de traitement de la phase aiguë.

Description	Signes / symptômes	Premiers soins
COUP DE SOLEIL Brûlure de la peau due à une trop grande exposition au soleil.	Peau rouge et douloureuse, pouvant présenter des cloques ou une desquamation. 	L'application d'une lotion à l'aloès ou à la calamine ou d'une serviette humide sur la zone peut être apaisante. Utiliser des lotions cutanées pour traiter la peau qui pèle. Couvrir la zone touchée pour éviter toute nouvelle brûlure, travailler dans des zones couvertes ou ombragées. En cas d'apparition de cloques sur la peau, consulter un médecin.
ŒDÈME DE CHALEUR L'accumulation de liquide dans les mains et les jambes sous l'effet de la gravité, en raison de l'expansion (dilatation) et de la perméabilité des vaisseaux sanguins induites par la chaleur. Elle peut être exacerbée par une augmentation de la teneur en sel due à une forte transpiration (Gauer et Meyers, 2019; Khan, 2019; Sorensen et Hess, 2022).	Gonflement des tissus mous, plus particulièrement au niveau des chevilles, des mains et des doigts. 	Déplacez-vous dans un endroit où la température est plus fraîche et surélevez la partie du corps affectée. Des manchons de compression peuvent être portés pour favoriser le drainage. Cela se résoudra avec l'acclimatation. Ne pas traiter avec des diurétiques.
BOUTONS DE CHALEUR Éruption cutanée due à l'inflammation de glandes sudoripares bouchées lors d'une exposition prolongée à la chaleur humide et à une peau continuellement mouillée de sueur (Jacklitsch et al., 2016; Khan, 2019; Sorensen et Hess, 2022).	La peau devient rouge, avec des grappes de bosses ou de cloques, et peut provoquer des démangeaisons, des picotements ou des douleurs. Ils se manifestent principalement au niveau du cou, des extrémités supérieures, du tronc et autour de l'aîne (Gauer et Meyers, 2019). 	Adoptez une bonne hygiène personnelle et veillez à ce que votre peau soit propre et vos pores non obstrués. Portez des vêtements amples pour favoriser la ventilation, évitez de chauffer directement la peau et gardez la zone érythémateuse au sec. Consultez un médecin si l'éruption cutanée persiste ou si une infection apparaît dans la zone affectée.

Description	Signes / symptômes	Premiers soins
CRAMPES DE CHALEUR (déshydratation) Douleurs musculaires aiguës, spasmes ou crampes survenant lors d'un travail ou d'un exercice à haute intensité ou dans des environnements chauds et/ou humides qui provoquent une forte transpiration. Par conséquent, le corps perd son équilibre en sel (électrolyte), ce qui provoque des secousses musculaires involontaires (Donoghue, 2004; Gauer et Meyers, 2019; Jacklitsch et al., 2016; Khan, 2019; MLITSD, 2021; Sorensen et Hess, 2022). Elles peuvent également survenir en cas d'ingestion de grandes quantités d'eau sans remplacement suffisant du sel (électrolyte). Elles surviennent souvent au début de la saison de stress thermique, lorsque le travailleur n'est pas acclimaté.	Crampes, douleurs ou spasmes musculaires aigus dans les muscles actifs (bras, jambes) ou involontaires (généralement abdominaux), ou les deux. Un rythme cardiaque élevé et une augmentation de la température corporelle peuvent se produire en combinaison avec des crampes musculaires (Khan, 2019). 	Déplacez le travailleur dans un endroit frais, desserrez/enlevez les vêtements en trop, faites-lui boire de l'eau et prenez une collation, ou buvez des liquides contenant des électrolytes. Évitez les comprimés de sel. Étirez doucement la zone affectée. Dans des conditions de stress thermique, les travailleurs doivent boire environ une tasse d'eau toutes les 20 minutes, ce qui va au-delà de la simple satisfaction de la soif. Évitez les boissons caféinées, gazeuses, diététiques et l'alcool.
SYNCOPE DE CHALEUR (évanouissement) Se produit lorsque le corps tente de se refroidir par la dilatation des vaisseaux sanguins lorsqu'une personne est debout. La vasodilatation systémique, combinée aux effets de la gravité, diminue l'apport total de sang au cerveau, ce qui peut provoquer des maux de tête légers et une syncope (évanouissement), en particulier en cas de déshydratation (Bouchama et Knochel, 2002; Donoghue, 2004; Gauer et Meyers, 2019; Jacklitsch et al., 2016; Khan, 2019; Kenney et al., 2015; MLITSD, 2021; Sorensen et Hess, 2022). Elle survient souvent chez des personnes non acclimatées ou en association avec d'autres facteurs de risque tels que : rester debout/assis dans une même position pendant une longue période; après avoir mangé; ou en association avec d'autres facteurs de risque tels qu'une infection virale ou des problèmes de santé circulatoire.	Peau fraîche et humide, pouls faible, sensations de vertige, maux de tête, nausées et étourdissements. Perte de conscience soudaine après au moins deux heures de travail. 	Obtenez immédiatement une aide médicale. Allongez la personne dans un endroit frais et évaluez sa respiration et son rythme cardiaque. Desserrez ou enlevez les vêtements serrés ou contraignants. Si la personne reprend conscience, faites-lui boire des gorgées d'eau fraîche.

Description	Signes / symptômes	Premiers soins
ÉPUISEMENT PAR LA CHALEUR Une urgence médicale provoquée par une exposition prolongée à des températures élevées ou par un effort important dans ces conditions, entraînant une surchauffe du corps. Elle entraîne une perte extrême de sel ou d'eau par une transpiration abondante et comprend un rythme cardiaque rapide associé à un volume sanguin réduit, ce qui se traduit par des vertiges, de l'anxiété, une soif intense, une peau pâle et moite et des évanouissements (Bouchama et Knochel, 2002; Jacklitsch et al., 2016; Khan, 2019; McArdle et al., 2007; MLITSD, 2021; Sorensen et Hess, 2022). L'épuisement par la chaleur peut évoluer vers un coup de chaleur. Une personne qui a déjà souffert d'un épuisement par la chaleur ou d'un coup de chaleur sera plus sensible et moins tolérante à la chaleur. La récurrence d'un second épisode de stress thermique est fréquente pendant cette période.	Peau pâle et moite, transpiration abondante, faiblesse, fatigue, vertiges, irritabilité, vision floue, température corporelle 38-40°C, soif intense, diminution de la production d'urine, nausées, maux de tête, vomissements, diarrhée, crampes musculaires, essoufflement ou respiration rapide ou superficielle, palpitations cardiaques, hypotension, engourdissement des mains et des pieds, et éventuellement perte de conscience. 	Il s'agit d'une URGENCE MÉDICALE car l'épuisement par la chaleur peut évoluer vers un coup de chaleur et des maladies à long terme. Déplacez-vous dans un endroit plus frais ou à l'ombre et enlevez autant de vêtements que possible (p. ex., EPI en plusieurs couches, bas, chaussures). Appliquez des linges frais et humides ou de la glace sur la tête, le cou, les aisselles et l'aîne. Vaporisez de l'eau et encouragez la personne à boire si elle est consciente.

Description	Signes / symptômes	Premiers soins
COUP DE CHALEUR Le type le plus grave de maladie due à la chaleur. Le coup de chaleur survient lorsque la température corporelle centrale est supérieure à 40 °C; à ce niveau, la capacité du corps à dissiper la chaleur est défaillante (<i>Donoghue, 2004; Khan, 2019; MLITSD, 2021; WSN, 2014</i>). La mort peut survenir en quelques minutes. Coup de chaleur classique : l'augmentation de la température corporelle est due à des températures ambiantes élevées. Elle est plus fréquente chez les jeunes que chez les personnes âgées (<i>Cheshire, 2016; Khan, 2019; Sorensen et Hess, 2022</i>). Coup de chaleur à l'effort : l'augmentation de la température corporelle résulte de l'incapacité à dissiper l'excès de chaleur produit par une forte production de chaleur métabolique, en raison d'un effort important, à des températures élevées ou chez des personnes qui ne portent pas de vêtements enveloppants (p. ex., EPI). Le stress thermique lié à l'effort affecte plus fréquemment les individus en bonne santé effectuant des efforts physiques importants (<i>Cheshire, 2016; Gifford et al., 2019; Khan, 2019; Sorensen et Hess, 2022</i>). Une personne qui a déjà souffert d'un épuisement par la chaleur ou d'un coup de chaleur sera plus sensible et moins tolérante à la chaleur.	Coup de chaleur classique : peau chaude, sèche et rouge avec peu ou pas de transpiration. Coup de chaleur à l'effort : la transpiration est généralement présente en raison d'un exercice ou d'un travail intense. Fréquence cardiaque élevée/rapide, respiration erratique, température corporelle centrale supérieure à 40 °C, confusion, bouleversement ou comportement étrange, vertiges, faiblesse, troubles de l'élocution, crises d'épilepsie ou convulsions, perte de conscience totale ou partielle et défaillance de plusieurs organes (<i>Jacklitsch et al., 2016; Khan, 2019</i>). Un travailleur victime d'un coup de chaleur ne se rendra pas compte de ce qui lui arrive. 	Il s'agit d'une URGENCE MÉDICALE; consultez immédiatement un médecin. Effectuez les premiers soins en cas d'épuisement dû à la chaleur en refroidissant immédiatement et énergiquement le corps de la personne jusqu'à l'arrivée de l'équipe médicale/des premiers intervenants. Appliquez du froid sur la tête, le cou, les aisselles et l'aîne de la personne; mouillez sa peau et ses vêtements avec de l'eau fraîche; augmentez la circulation de l'air; n'essayez pas de forcer la personne à boire des liquides.

Maladies de longue durée

Outre les maladies dues à la chaleur à court terme, le stress thermique, l'épuisement par la chaleur et le coup de chaleur peuvent également avoir des effets à long terme, la gravité de la contrainte thermique étant en corrélation positive avec la gravité des symptômes et des dommages à long terme (Bouchama et Knochel, 2002; Jacklitsch et al., 2016). Pendant que la chaleur s'accumule dans le corps, elle endommage les cellules du cerveau, du cœur, des reins, du foie et même des muscles (Cheung et al., 2000; Jacklitsch et al., 2016; McArdle et al., 2007). Les dommages cellulaires peuvent provoquer une inflammation et nécessitent un certain temps pour se réparer; c'est pourquoi les travailleurs peuvent, en partie, décrire des douleurs musculaires et des courbatures après une exposition à la chaleur. Cependant, dans certains cas, les lésions cellulaires peuvent mettre des années à guérir, voire ne pas guérir du tout. Par exemple, à la suite d'un coup de chaleur, des lésions du cervelet, une zone du cerveau responsable des mouvements et de l'équilibre, ainsi que d'autres parties critiques du cerveau ont été observées (Albukrek et al., 1997; Lee et al., 2009; McLaughlin et al., 2003). Dans la majorité des cas, les personnes se remettent complètement d'un dysfonctionnement cognitif aigu. Cependant, certaines personnes restent avec des changements persistants au niveau de l'attention, de la mémoire ou de la personnalité, qui peuvent être légers ou graves et qui ont été rapportés après un coup de chaleur et un stress thermique (voir Walkter et Carraretto 2016). Des données suggèrent également que les personnes

exposées à long terme au stress thermique pendant leur travail peuvent être plus enclines à développer une maladie rénale chronique ou une lésion rénale aiguë (Chapman et al., 2021; Flouris et al., 2018; Oppermann et al., 2021; Tawatsupa et al., 2012). La maladie rénale chronique (MRC) est une affection dans laquelle les reins sont endommagés et ne peuvent plus filtrer le sang aussi bien qu'ils le devraient. L'excès de liquide et de déchets s'accumule alors dans l'organisme et peut entraîner d'autres problèmes de santé tels que des maladies cardiaques et des accidents vasculaires cérébraux. Bien que des informations supplémentaires soient nécessaires, on suppose que les lésions rénales répétitives dues au travail physique dans des conditions de stress thermique peuvent contribuer au développement d'une maladie rénale chronique d'origine non traditionnelle (MRCnt) (Chapman et al., 2021; Wesseling et al., 2020). Si la prévalence de la maladie est actuellement plus élevée en Amérique du Sud, on craint de plus en plus que l'augmentation des épisodes de chaleur extrême, due au changement climatique, n'expose les travailleurs d'Amérique du Nord à un risque plus élevé de développer une maladie rénale chronique à l'avenir.

L'intolérance à la chaleur peut également se développer, même à la suite d'une maladie thermique légère, signalant une altération du processus de régulation de la température par l'hypothalamus et augmentant le risque d'épisodes récurrents de maladie due à la chaleur (McArdle et al., 2007; Nelson et al., 2018). Les symptômes d'intolérance à la chaleur peuvent durer de 8 à 12 semaines après l'événement, mais peuvent augmenter de façon permanente le risque de futurs coups de chaleur (Wang, et al., 2019).

Il est essentiel de reconnaître les premiers signes/stades de la maladie due à la chaleur pour prévenir les coups de chaleur et les maladies, mais aussi pour atténuer les dommages à long terme du stress thermique. Agir rapidement et efficacement peut sauver la vie du travailleur, et c'est là l'effort primordial de toute organisation.



Annexe A : Définitions

Acclimatation : Le processus par lequel des changements corporels se produisent chez un travailleur en réaction à l'exposition au stress thermique au fil du temps; ces changements améliorent la capacité du travailleur à tolérer le stress thermique (ACGIH, 2022; Gosling et al., 2014).

Chaleur métabolique : La chaleur produite par les processus biochimiques dans le corps en tant que sous-produit de la production d'énergie cellulaire. L'activité métabolique augmente au cours d'un travail physique, de même que la production de chaleur.

Conduction : Le transfert de chaleur par contact direct avec une surface ou un objet. Le corps gagne de la chaleur à partir des objets chauds qui l'entourent et en perd à partir des objets froids.

Contrainte thermique : La réaction physiologique du corps au stress thermique (ACGIH, 2022; Donoghue, 2004; WSN, 2014; Xiang et al., 2014).

Convection : Le transfert de chaleur avec l'air ou le fluide environnant lorsqu'il se déplace à la surface du corps. Le corps gagne de la chaleur à partir de l'eau ou de l'air ou chaud et perd de la chaleur à partir de l'eau ou de l'air froid qui entre en contact avec la peau. L'échange de chaleur augmente avec le mouvement de l'air ou des fluides (vent, courant).

Déshydratation : Perte ou déficit d'eau dans les tissus corporels causé par la transpiration, les vomissements ou la diarrhée. Les symptômes comprennent une soif excessive, des nausées et l'épuisement.

Équilibre thermique : L'équilibre entre le taux de production et de perte de chaleur détermine si la température corporelle centrale augmentera ou diminuera.

Gain de chaleur : La quantité de chaleur transférée de l'environnement vers le corps et produite par celui-ci.

Perte de chaleur : La quantité de chaleur qui est transférée du corps à l'environnement.

Évaporation : Le moyen le plus efficace de perdre la chaleur du corps est la transformation d'un liquide (la sueur) en gaz. L'évaporation de la sueur à la surface de la peau dissipe la chaleur du corps et se produit plus rapidement lorsque l'humidité est faible et que la vitesse du vent est élevée. La capacité d'évaporation de la sueur est un facteur déterminant de l'équilibre thermique et du risque de blessure thermique.

Fonction cognitive : Les processus mentaux, ou capacités cérébrales, qui nous permettent de réaliser des tâches telles que la prise de décision, la mémoire, l'orientation, l'attention, l'apprentissage, le raisonnement et la résolution de problèmes.

Humidité relative : Le rapport entre la teneur en vapeur d'eau de l'air et la teneur maximale possible en vapeur d'eau de l'air à la même température et à la même pression barométrique.

Limite d'action (LA) : Conditions de chaleur auxquelles des travailleurs en bonne santé et non acclimatés peuvent atteindre l'équilibre thermique, selon les directives de l'ACGIH (ACGIH, 2022).

Maladies liées à la chaleur : Un éventail de troubles, y compris les crampes de chaleur, l'épuisement par la chaleur, les coups de chaleur et les affections de longue durée (p. ex., les maladies rénales), causés par l'exposition environnementale à la chaleur.

Maladies aiguës : Maladies liées à la chaleur d'apparition soudaine qui résultent immédiatement, ou dans un délai précis, d'une exposition environnementale à la chaleur et qui disparaissent en l'espace de quelques jours.

Maladies chroniques : Maladies liées à la chaleur qui résultent d'une exposition environnementale sévère, prolongée, répétée ou continue à la chaleur et qui mettent plus de trois mois à se résorber ou ne se résorbent jamais.

Programme de gestion du stress thermique (PGST) :

Des plans écrits décrivant les politiques du lieu de travail en matière de gestion du stress thermique, y compris, mais sans s'y limiter nécessairement, la formation, les pratiques d'hygiène, la surveillance, la documentation des événements et un plan d'intervention en cas d'urgence. Le PGST doit comprendre des contrôles généraux et des contrôles propres à l'emploi qui sont déclenchés lorsque le stress thermique dépasse les limites d'exposition, par exemple celles de la valeur limite d'exposition (VLE) ou de la limite d'action (LA) (ACGIH, 2022).

Contrôles généraux : Mesures prises, dans le cadre du plan de santé et de sécurité au travail, pour protéger les travailleurs lorsque le stress thermique est un risque prévisible. Il s'agit de mesures générales qui s'appliquent à l'ensemble des lieux de travail (ACGIH, 2022). Parmi les exemples de contrôles généraux, on peut citer : la formation et les politiques relatives à la reconnaissance des symptômes liés à la chaleur, les alertes pour les périodes ou activités à haut risque et l'apprentissage des premiers soins.

Contrôles propres à l'emploi : Mesures prises, dans le cadre du plan de gestion de la sécurité et de la santé au travail, pour contrôler le stress thermique dans des conditions d'exposition spécifiques. Ces actions sont utilisées pour réduire les niveaux d'exposition au stress thermique et comprennent l'application de la hiérarchie des contrôles (p. ex., contrôles techniques, contrôles administratifs, refroidissement personnel) (ACGIH, 2022).

Rayonnement : Le transfert de chaleur, dû à des ondes de chaleur émises par un objet exposé à un gradient de température, sans que l'objet n'entre en contact avec une surface ou un objet quelconque. Le corps gagne de la chaleur à partir d'objets chauds proches qui émettent des ondes de chaleur et perd de la chaleur de la même manière à partir d'objets froids proches.

Stress thermique compensable : Lorsqu'il est possible de perdre suffisamment de chaleur dans l'environnement pour que le corps ne soit pas dans un état permanent de gain de chaleur.

Stress thermique : La charge nette de chaleur à laquelle un travailleur peut être exposé, en tenant compte de la production de chaleur métabolique, de la chaleur environnementale, des vêtements et de l'équipement de protection individuelle (EPI) (ACGIH, 2022; Donoghue, 2004; WSN, 2014; Xiang et al., 2014).

Stress thermique non compensable : lorsque la production de chaleur dépasse le potentiel de perte de chaleur dans ce climat et que le corps se trouve dans un état de gain de chaleur continu.

Taux métabolique : Taux de production d'énergie (et donc de chaleur) du corps qui varie selon les personnes et leur niveau d'activité (ACGIH, 2022). Si le taux de production de chaleur métabolique est équivalent au taux de perte de chaleur, la température corporelle centrale ne change pas, car aucune chaleur n'est stockée (Cramer et al., 2022). Si le taux de production de chaleur métabolique dépasse le taux de perte de chaleur, la température corporelle centrale augmente, car la chaleur est stockée (Cramer et al., 2022).

Température du globe humide (WBGT) : Une mesure de la chaleur environnementale qui prend en compte la température de l'air, l'humidité, le mouvement de l'air et la chaleur rayonnante (ACGIH, 2022).

Thermorégulation : Le processus qui permet à l'organisme de maintenir sa température interne centrale par une autorégulation étroitement contrôlée, même en cas de changement des conditions environnementales.

Valeur limite d'exposition (VLE) : Les conditions de chaleur auxquelles des individus sains et acclimatés peuvent atteindre l'équilibre thermique selon les directives de l'ACGIH. Pour les besoins de la VLE, les travailleurs sont considérés comme acclimatés s'ils ont été récemment exposés à un stress thermique d'au moins deux heures continues, pendant cinq des sept jours précédents (ACGIH, 2022).

Annexe B : Références

- Albukrek, D., Bakon, M., Moran, D.S., Faibel, M., & Epstein, Y. (1997). Heat-stroke-induced cerebellar atrophy: Clinical course, CT and MRI findings. *Neuroradiology*, 39(3), 195–197. <https://doi.org/10.1007/s002340050392>.
[Disponible uniquement en anglais]
- Alele, F.O., Malau-Aduli, B.S., Malau-Aduli, A.E.O., et J Crowe, M. (2021). Individual Anthropometric, Aerobic Capacity and Demographic Characteristics as Predictors of Heat Intolerance in Military Populations. *Medicina (Kaunas, Lituanie)*, 57(2), 173. <https://doi.org/10.3390/medicina57020173>.
[Disponible uniquement en anglais]
- Almario, D.R. (2019). The Ability of the U.S. Military's WBGT-based Flag System to Recommend Safe Heat Stress Exposures (Publication No. 13811179) [Master's Thesis, University of South Florida]. ProQuest Dissertations & Theses Global. <https://digitalcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=8924&context=etd>.
[Disponible uniquement en anglais]
- Almond, C.S.D., Shin, A.Y., Fortescue, E.B., Mannix, R.C., Wypij, D., Binstadt, B.A., Duncan, C.N., Olson, D.P., Salerno, A.E., Newburger, J.W., & Greenes, D.S. (2005). Hyponatremia among runners in the Boston Marathon. *The New England Journal of Medicine*, 352 (15), 1550–1556. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa043901>.
[Disponible uniquement en anglais]
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). (2022). *Physical Agents-Thermal Stress: Heat stress and strain*. In 2023: TLVs and BEIs (pp. 239–247). Cincinnati, OH: ACGIH. ISBN: 978-1-607261-58-2
[Disponible uniquement en anglais]
- Amos, D., Hansen, R., Lau, W.M., & Michalski, J.T. (2000). Physiological and cognitive performance of soldiers conducting routine patrol and reconnaissance operations in the tropics. *Military Medicine*, 165(12), 961–966. <https://doi.org/10.1093/milmed/165.12.961>.
[Disponible uniquement en anglais]
- Angerer, P., Kadlez-Gebhardt, S., Delius, M., Raluca, P., & Nowak, D. (2008). Comparison of cardiocirculatory and thermal strain of male firefighters during fire suppression to exercise stress test and aerobic exercise testing. *The American Journal of Cardiology*, 102(11), 1551–1556. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2008.07.052>.
[Disponible uniquement en anglais]
- Armstrong, L.E., et Maresh, C.M. (1991). The induction and decay of heat acclimatisation in trained athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 12(5), 302–312. <https://doi.org/10.2165/00007256-199112050-00003>.
[Disponible uniquement en anglais]
- Ashley, C.D., Ferron, J., et Bernard, T.E. (2015). Loss of heat acclimation and time to re-establish acclimation. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 12(5), 302–308. <https://doi.org/10.1080/15459624.2014.987387>.
[Disponible uniquement en anglais]
- Benelam, B., et Wyness, L. (2010). Hydration and health: A review. *Nutrition Bulletin*, 35(1), 3–25. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2009.01795.x>.
[Disponible uniquement en anglais]
- Bouchama, A., et Knochel, J.P. (2002). Heat stroke. *The New England Journal of Medicine*, 346(25), 1978–1988. <https://doi.org/10.1056/NEJMra011089>.
[Disponible uniquement en anglais]
- Buskirk, E.R., Lundegren, H., et Magnusson, L. (1965). Heat acclimatization patterns in obese and lean individuals. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 131(1), 637–653. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1965.tb34827.x>.
[Disponible uniquement en anglais]
- Carballo-Leyenda, B., Villa, J.G., López-Satué, J., & Rodríguez-Marroyo, J.A. (2019). Characterizing Wildland Firefighters' Thermal Environment During Live-Fire Suppression. *Frontiers in Physiology*, 10, 949. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00949>.
[Disponible uniquement en anglais]
- Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST). (2024, 10 février). *Fiches d'information sur les environnements chauds*. https://www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/heat
- Chapman, C.L., Hess, H.W., Lucas, R.A.I., Glaser, J., Saran, R., Bragg-Gresham, J., Wegman, D.H., Hansson, E., Minson, C.T., & Schlader, Z.J. (2021). Occupational heat exposure and the risk of chronic kidney disease of nontraditional origin in the United States. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 321(2), R141–R151. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00103.2021>.
[Disponible uniquement en anglais]

- Cheshire Jr, W.P. (2016). Thermoregulatory disorders and illness related to heat and cold stress. *Autonomic Neuroscience*, 196, 91–104. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.01.001> [Disponible uniquement en anglais]
- Cheung, S. (2010). *Advanced Environmental Exercise Physiology*. Human Kinetics. [Disponible uniquement en anglais]
- Cheung, S.S., Lee, J.K., et Oksa, J. (2016). Thermal stress, human performance, and physical employment standards. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6 Suppl 2), S148–S164. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0518> [Disponible uniquement en anglais]
- Cheung, S.S., McLellan, T.M., et Tenaglia, S. (2000). The thermophysiology of uncompensable heat stress. Physiological manipulations and individual characteristics. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 29(5), 329–359. <https://doi.org/10.2165/00007256-200029050-00004> [Disponible uniquement en anglais]
- Choi, B., Schnall, P., et Dobson, M. (2016). Twenty-four-hour work shifts, increased job demands, and elevated blood pressure in professional firefighters. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 89(7), 1111–1125. <https://doi.org/10.1007/s00420-016-1151-5> [Disponible uniquement en anglais]
- Climate Risk Institute (CRI). (2023). *Ontario Provincial Climate Change Impact Assessment: Technical Report*. <https://www.publications.gov.on.ca/CL32819> [Disponible uniquement en anglais]
- Coker, R.H., Murphy, C.J., Johannsen, M., Galvin, G., et Ruby, B. C. (2019). Wildland Firefighting: Adverse Influence on Indices of Metabolic and Cardiovascular Health. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 61(3), e91–e94. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001535> [Disponible uniquement en anglais]
- Cramer, M.N., Gagnon, D., Laitano, O., et Crandall, C.G. (2022). Human temperature regulation under heat stress in health, disease, and injury. *Physiological Reviews*, 102(4), 1907–1989. <https://doi.org/10.1152/physrev.00047.2021> [Disponible uniquement en anglais]
- Cramer, M. N., et Jay, O. (2016). Biophysical aspects of human thermoregulation during heat stress. *Autonomic Neuroscience: Basic & Clinical*, 196, 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.03.001> [Disponible uniquement en anglais]
- Cuddy, J.S., et Ruby, B. C. (2011). High work output combined with high ambient temperatures caused heat exhaustion in a wildland firefighter despite high fluid intake. *Wilderness & Environmental Medicine*, 22(2), 122–125. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2011.01.008> [Disponible uniquement en anglais]
- Cuddy, M.L.S. (2004). The effects of drugs on thermoregulation. *AACN Clinical Issues*, 15(2), 238–253. DOI: 10.1097/00044067-200404000-00010 [Disponible uniquement en anglais]
- Curley, M.D., & Hawkins, R.N. (1983). Cognitive performance during a heat acclimatization regimen. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 54(8), 709–713. PMID: 6626079 [Disponible uniquement en anglais]
- Díaz, M., et Becker, D.E. (2010). Thermoregulation: Physiological and Clinical Considerations during Sedation and General Anesthesia. *Anesthesia Progress*, 57(1), 25–33. <https://doi.org/10.2344/0003-3006-57.1.25> [Disponible uniquement en anglais]
- Donoghue, A.M. (2004). Heat illness in the U.S. mining industry. *American Journal of Industrial Medicine*, 45(4), 351–356. <https://doi.org/10.1002/ajim.10345> [Disponible uniquement en anglais]
- Ely, B.R., Ely, M.R., et Chevront, S.N. (2011). Marginal effects of a large caffeine dose on heat balance during exercise-heat stress. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 21(1), 65–70. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.21.1.65> [Disponible uniquement en anglais]
- Epstein, Y., Albukrek, D., Kalmovitch, B., Moran, D.S., et Shapiro, Y. (1997). Heat intolerance induced by antidepressants. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 813, 553–558. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1997.tb51746.x> [Disponible uniquement en anglais]
- Faurie, C., Varghese, B.M., Liu, J., et Bi, P. (2022). Association between high temperature and heatwaves with heat-related illnesses: A systematic review and meta-analysis. *The Science of the Total Environment*, 852, 158332. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158332> [Disponible uniquement en anglais]

- Fehling, P.C., Haller, J.M., Lefferts, W.K., Hultquist, E.M., Wharton, M., Rowland, T.W., et Smith, D.L. (2015). Effect of exercise, heat stress and dehydration on myocardial performance. *Occupational Medicine (Oxford, England)*, 65(4), 317–323. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqv015> [Disponible uniquement en anglais]
- 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. Planetary Health*, 2(12), e521–e531. <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2542-5196%2818%2930237-7> [Disponible uniquement en anglais]
- Fortune, M.K., Mustard, C.A., Etches, J.J.C., et Chambers, A.G. (2013). Work-attributed illness arising from excess heat exposure in Ontario, 2004-2010. *Revue canadienne de santé publique*, 104(5), e420-426. <https://doi.org/10.17269/cjph.104.3984> [Disponible uniquement en anglais]
- 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, 541483 <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.541483> [Disponible uniquement en anglais]
- Gagge, A.P., et Gonzales, R.R. (1996). Mechanisms of heat exchange. *Handbook of physiology. Environmental physiology*. Bethesda, MD: American Physiological Society. pp. 45-84 [Disponible uniquement en anglais]
- Gagnon, D., et Kenny, G.P. (2011). Sex modulates whole-body sudomotor thermosensitivity during exercise. *The Journal of Physiology*, 589(24), 6205–6217. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.219220> [Disponible uniquement en anglais]
- Gao, C., Kuklane, K., Östergren, P.-O., et Kjellstrom, T. (2018). Occupational heat stress assessment and protective strategies in the context of climate change. *International Journal of Biometeorology*, 62(3), 359–371. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1352-y> [Disponible uniquement en anglais]
- Gauer, R., et Meyers, B.K. (2019). Heat-Related Illnesses. *American Family Physician*, 99(8), 482–489. PMID: 30990296 [Disponible uniquement en anglais]
- Gifford, R.M., Todisco, T., Stacey, M., Fujisawa, T., Allerhand, M., Woods, D.R., et Reynolds, R.M. (2019). Risk of heat illness in men and women: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Research*, 171, 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.10.020> [Disponible uniquement en anglais]
- Gosling, S.N., Bryce, E.K., Dixon, P.G., Gabriel, K.M.A., Gosling, E.Y., Hanes, J.M., Hondula, D.M., Liang, L., Bustos Mac Lean, P.A., Muthers, S., Nascimento, S.T., Petralli, M., Vanos, J.K., et Wanka, E.R. (2014). A glossary for biometeorology. *International Journal of Biometeorology*, 58(2), 277–308. <https://doi.org/10.1007/s00484-013-0729-9> [Disponible uniquement en anglais]
- Greenleaf, J.E., et Harrison, M.H. (1986). Water and Electrolytes. In *Nutrition and Aerobic Exercise* (Vol. 294, pp. 107–124). *American Chemical Society*. <https://doi.org/10.1021/bk-1986-0294.ch008> [Disponible uniquement en anglais]
- Grether, W.F. (1973). Human performance at elevated environmental temperatures. *Aerospace Medicine*, 44(7), 747–755. PMID: 4715089 [Disponible uniquement en anglais]
- Hancock, P.A. (1982). Task categorization and the limits of human performance in extreme heat. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 53(8), 778–784. PMID: 7181809 [Disponible uniquement en anglais]
- Hancock, P.A., Ross, J.M., et Szalma, J.L. (2007). A meta-analysis of performance response under thermal stressors. *Human Factors*, 49(5), 851–877. <https://doi.org/10.1518/001872007X230226> [Disponible uniquement en anglais]
- Hanna, E.g., et Tait, P.W. (2015). Limitations to Thermoregulation and Acclimatization Challenge Human Adaptation to Global Warming. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(7), 8034–8074. <https://doi.org/10.3390/ijerph120708034> [Disponible uniquement en anglais]
- Heinzerling, A., Laws, R.L., Frederick, M., Jackson, R., Windham, G., Materna, B., et Harrison, R. (2020). Risk factors for occupational heat-related illness among California workers, 2000-2017. *American Journal of Industrial Medicine*, 63(12), 1145–1154. <https://doi.org/10.1002/ajim.23191> [Disponible uniquement en anglais]

- Henderson, J., Baker, H.W., et Hanna, P.J. (1986). Occupation-related male infertility: A review. *Clinical Reproduction and Fertility*, 4(2), 87–106. PMID: 3527400 [Disponible uniquement en anglais]
- Hodge, B.D., et Brodell, R.T. (2020). *Anatomy, Skin Sweat Glands*. Publié chez: StatPearls. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482278/> [Disponible uniquement en anglais]
- Jacklitsch, B., Williams, J., Musolin, K., Coca, A., Kim, J.-H., et Turner, N. (2016). *NIOSH criteria for a recommended standard: Occupational exposure to heat and hot environments*. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication 2016-106. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf> [Disponible uniquement en anglais]
- Jay, O., Cramer, M.N., Ravanelli, N.M., et Hodder, S.G. (2015). Should electric fans be used during a heat wave? *Applied Ergonomics*, 46 Pt A, 137–143. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.07.013> [Disponible uniquement en anglais]
- Jay, O., et Kenny, G.P. (2010). Heat exposure in the Canadian workplace. *American Journal of Industrial Medicine*, 53(8), 842–853. <https://doi.org/10.1002/ajim.20827> [Disponible uniquement en anglais]
- Johnson, J.M., Minson, C.T., et Kellogg Jr, D.L. (2014). Cutaneous vasodilator and vasoconstrictor mechanisms in temperature regulation. *Comprehensive Physiology*, 4(1), 33–89. <https://doi.org/10.1002/cphy.c130015> [Disponible uniquement en anglais]
- Jung, A., et Schuppe, H.-C. (2007). Influence of genital heat stress on semen quality in humans. *Andrologia*, 39(6), 203–215. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0272.2007.00794.x> [Disponible uniquement en anglais]
- Kenney, W.L., Wilmore, J., et Costill, D. (2015). *Physiology of Sport and Exercise 6th Edition*. Human Kinetics. [Disponible uniquement en anglais]
- Kenny, G.P., Sigal, R. J., et McGinn, R. (2016). Body temperature regulation in diabetes. *Temperature: Multidisciplinary Biomedical Journal*, 3(1), 119–145. <https://doi.org/10.1080/23328940.2015.1131506> [Disponible uniquement en anglais]
- Kenny, G.P., Yardley, J., Brown, C., Sigal, R.J., et Jay, O. (2010). Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal*, 182(10), 1053–1060. <https://doi.org/10.1503/cmaj.081050> [Disponible uniquement en anglais]
- Khan, A.A. (2019). Heat related illnesses. Review of an ongoing challenge. *Saudi Medical Journal*, 40(12), 1195–1201. <https://doi.org/10.15537/smj.2019.12.24727> [Disponible uniquement en anglais]
- Khogali, M., et Hales, J.R.S. (Eds.). (1983). *Heat stroke and temperature regulation*. Academic Press. [Disponible uniquement en anglais]
- Kim, S., Kim, D.-H., Lee, H.-H., et Lee, J.-Y. (2019). Frequency of firefighters' heat-related illness and its association with removing personal protective equipment and working hours. *Industrial Health*, 57(3), 370–380. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2018-0063> [Disponible uniquement en anglais]
- Kipp, A., Cunsolo, A., Vodden, K., King, N., Manners, S., et Harper, S.L. (2019). Aperçu—Les effets des changements climatiques sur la santé et le bien-être dans les régions rurales et éloignées au Canada : synthèse documentaire. *Promotion de la santé et prévention des maladies chroniques au Canada : Recherche, politique et pratique*, 39(4), 122–126. <https://doi.org/10.24095/hpcdp.39.4.02>
- Kjellstrom, T., Holmer, I., et Lemke, B. (2009). Workplace heat stress, health and productivity – an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. *Global Health Action*, 2(1), 2047. <https://doi.org/10.3402/gha.v2i0.2047> [Disponible uniquement en anglais]
- Lam, C.K.C., et Lau, K.K.-L. (2018). Effect of long-term acclimatization on summer thermal comfort in outdoor spaces: A comparative study between Melbourne and Hong Kong. *International Journal of Biometeorology*, 62(7), 1311–1324. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1535-1> [Disponible uniquement en anglais]
- Lamarche, D.T., Meade, R.D., D'Souza, A.W., Flouris, A.D., Hardcastle, S.G., Sigal, R.J., ... & Kenny, G.P. (2017). The recommended Threshold Limit Values for heat exposure fail to maintain body core temperature within safe limits in older working adults. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 14(9), 703–711. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28609164/> [Disponible uniquement en anglais]

- Lee, J.K.W., Nio, A.Q.X., Ang, W.H., Johnson, C., Aziz, A.R., Lim, C.L., et Hew-Butler, T. (2011). First reported cases of exercise-associated hyponatremia in Asia. *International Journal of Sports Medicine*, 32(4), 297–302. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1269929> [Disponible uniquement en anglais]
- Lee, J.S., Choi, J.C., Kang, S.-Y., Kang, J.-H., et Park, J.-K. (2009). Heat Stroke: Increased Signal Intensity in the Bilateral Cerebellar Dentate Nuclei and Splenium on Diffusion-Weighted MR Imaging. *AJNR: American Journal of Neuroradiology*, 30(4), e58. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1432> [Disponible uniquement en anglais]
- Levine, R.J. (1984). Male fertility in hot environment. *JAMA*, 252(23), 3250–3251. [Disponible uniquement en anglais]
- Levy, B.S., et Roelofs, C. (2019). Impacts of Climate Change on Workers' Health and Safety. In *Oxford Research Encyclopedia of Global Public Health*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190632366.013.39> [Disponible uniquement en anglais]
- Lim, C.L., Byrne, C., et Lee, J.K. (2008). Human thermoregulation and measurement of body temperature in exercise and clinical settings. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore*, 37(4), 347–353. PMID: 18461221 [Disponible uniquement en anglais]
- Lind, A.R., et Bass, D.E. (1963). *Optimal exposure time for development of acclimatization to heat*. Federation Proceedings, 22(3), 704–708.
- Logan, P.W., et Bernard, T.E. (1999). Heat stress and strain in an aluminum smelter. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 60(5), 659–665. <https://doi.org/10.1080/00028899908984488> [Disponible uniquement en anglais]
- López-Carr, D., Vanos, J., Sánchez-Vargas, A., Vargas, R., et Castillo, F. (2022). Extreme Heat and COVID-19: A Dual Burden for Farmworkers. *Frontiers in Public Health*, 10, 884152. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.884152> [Disponible uniquement en anglais]
- LoVecchio, F., Pizon, A.F., Berrett, C., et Balls, A. (2007). Outcomes after environmental hyperthermia. *The American Journal of Emergency Medicine*, 25(4), 442–444. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2006.11.026> [Disponible uniquement en anglais]
- McArdle, W.D., Katch, F.I., et Katch, V.L. (2007). *Exercise physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance (6th Edition)*. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins. [Disponible uniquement en anglais]
- McArdle, W.D., Katch, F.I., et Katch, V.L. (2010). *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance (7th Edition)*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams et Wilkins. [Disponible uniquement en anglais]
- McLaughlin, C.T., Kane, A.G., et Auber, A.E. (2003). MR imaging of heat stroke: External capsule and thalamic T1 shortening and cerebellar injury. *American Journal of Neuroradiology*, 24(7), 1372–1375. <http://www.ajnr.org/content/24/7/1372> [Disponible uniquement en anglais]
- Meese, G.B., Lewis, M.I., Wyon, D.P., et Kok, R. (1984). A laboratory study of the effects of moderate thermal stress on the performance of factory workers. *Ergonomics*, 27(1), 19–43. <https://doi.org/10.1080/00140138408963461> [Disponible uniquement en anglais]
- Mieusset, R., Bujan, L., Mansat, A., Pontonnier, F., et Grandjean, H. (1987). Effects of artificial cryptorchidism on sperm morphology. *Fertility and Sterility*, 47(1), 150–155. [https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(16\)49951-6](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(16)49951-6) [Disponible uniquement en anglais]
- Ministère du Travail, de l'Immigration, de la Formation et du Développement des compétences (MLITSD). (19 Août 2021). *Prévenir ou limiter le stress dû à la chaleur dans les lieux de travail* | ontario. ca. Ministère du Travail, de l'Immigration, de la Formation et du Développement des compétences (MLITSD).
- Montain, S.J., et Coyle, E.F. (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 73(4), 1340–1350. <https://doi.org/10.1152/jappl.1992.73.4.1340> [Disponible uniquement en anglais]
- NASA GISS. (2021, 14 janvier). NASA GISS: NASA News et Feature Releases: 2020 Tied for Warmest Year on Record, NASA Analysis Shows (Release 21-005). National Aeronautics and Space Administration: Goddard Institute for Space Studies. <https://www.giss.nasa.gov/research/news/20210114/> [Disponible uniquement en anglais]

- Nelson, D.A., Deuster, P.A., O'Connor, F.G., et Kurina, L.M. (2018). Timing and Predictors of Mild and Severe Heat Illness among New Military Enlistees. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(8), 1603–1612.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001623>
[Disponible uniquement en anglais]
- Nielsen, B. (1998). Heat acclimation-Mechanisms of adaptation to exercise in the heat. *International Journal of Sports Medicine*, 19 Suppl 2, S154-156.
<https://doi.org/10.1055/s-2007-971984>
[Disponible uniquement en anglais]
- Northwestern Health Unit. (2022). *Climate Change and Health in Northern Ontario*.
<https://www.nwhu.on.ca/wp-content/uploads/2022/10/Climate-Change-and-Health-in-Northern-Ontario-August-2022.pdf>
[Disponible uniquement en anglais]
- Notley, S.R., Meade, R.D., D'Souza, A.W., Friesen, B.J., et Kenny, G.P. (2018a). Heat Loss Is Impaired in Older Men on the Day after Prolonged Work in the Heat. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(9), 1859–1867.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001643>
[Disponible uniquement en anglais]
- Notley, S.R., Meade, R.D., D'Souza, A.W., McGarr, G.W., et Kenny, G.P. (2018b). Cumulative effects of successive workdays in the heat on thermoregulatory function in the aging worker. *Temperature: Multidisciplinary Biomedical Journal*, 5(4), 293–295.
[Disponible uniquement en anglais]
- Notley, S.R., Meade, R.D., Friesen, B.J., D'Souza, A.W., et Kenny, G.P. (2018c). Does a Prolonged Work Day in the Heat Impair Heat Loss on the Next Day in Young Men? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(2), 318–326.
[Disponible uniquement en anglais]
- Notley, S.R., Meade, R.D., et Kenny, G.P. (2020). Effect of aerobic fitness on the relation between age and whole-body heat exchange during exercise-heat stress: A retrospective analysis. *Experimental Physiology*, 105(9), 1550–1560.
[Disponible uniquement en anglais]
- Notley, S.R., Park, J., Tagami, K., Ohnishi, N., et Taylor, N.A.S. (2017). Variations in body morphology explain sex differences in thermoeffector function during compensable heat stress. *Experimental Physiology*, 102(5), 545–562.
<https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1113/EP086112>
[Disponible uniquement en anglais]
- Nybo, L. (2008). Hyperthermia and fatigue. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 104(3), 871–878.
<https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappphysiol.00910.2007>
[Disponible uniquement en anglais]
- Oppermann, E., Kjellstrom, T., Lemke, B., Otto, P., et Lee, J. (2021). Establishing intensifying chronic exposure to extreme heat as a slow onset event with implications for health, wellbeing, productivity, society and economy. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 50, 225–235.
<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2021.04.006>
[Disponible uniquement en anglais]
- Osilla, E.V., Marsidi, J.L., Shumway, K.R., et Sharma, S. (2020). *Physiology, Temperature Regulation*. Publié chez : StatPearls. StatPearls Publishing.
[Disponible uniquement en anglais]
- Pandolf, K.B., Burse, R.L., et Goldman, R.F. (1977). Role of physical fitness in heat acclimatisation, decay and reinduction. *Ergonomics*, 20(4), 399–408.
<https://doi.org/10.1080/00140137708931642>
[Disponible uniquement en anglais]
- Périard, J.D., Travers, G.J.S., Racinais, S., et Sawka, M.N. (2016). Cardiovascular adaptations supporting human exercise-heat acclimation. *Autonomic Neuroscience: Basic & Clinical*, 196, 52–62.
<https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.02.002>
[Disponible uniquement en anglais]
- Pienimäki, T. (2002). Exposition au froid et troubles et maladies musculo-squelettiques. A review. *International Journal of Circumpolar Health*, 61(2), 173–182. <https://doi.org/10.3402/ijch.v61i2.17450>
[Disponible uniquement en anglais]
- Piil, J.F., Lundbye-Jensen, J., Trangmar, S.J., et Nybo, L. (2017). Performance in complex motor tasks deteriorates in hyperthermic humans. *Temperature (Austin, Tex.)*, 4(4), 420–428.
<https://doi.org/10.1080/23328940.2017.1368877>
[Disponible uniquement en anglais]
- Pilcher, J.J., Nadler, E., et Busch, C. (2002). Effects of hot and cold temperature exposure on performance: A meta-analytic review. *Ergonomics*, 45(10), 682–698.
<https://doi.org/10.1080/00140130210158419>
[Disponible uniquement en anglais]
- Procopé, B.J. (1965). Effect of repeated increase of body temperature on human sperm cells. *International Journal of Fertility*, 10(4), 333–339. PMID: 5891617
[Disponible uniquement en anglais]

- Radakovic, S.S., Maric, J., Surbatovic, M., Radjen, S., Stefanova, E., Stankovic, N., et Filipovic, N. (2007). Effects of acclimation on cognitive performance in soldiers during exertional heat stress. *Military Medicine*, 172(2), 133–136.
<https://doi.org/10.7205/milmed.172.2.133>
[Disponible uniquement en anglais]
- Rahman, M.N.A., et Adnan, A.A. (2023). A Review on Heat Stress Issues Among Workers at Automotive Service Centre. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 32(3), 334–341.
<https://doi.org/10.37934/araset.32.3.334341>
[Disponible uniquement en anglais]
- Raines, J., Snow, R., Nichols, D., et Aisbett, B. (2015). Fluid intake, hydration, work physiology of wildfire fighters working in the heat over consecutive days. *The Annals of Occupational Hygiene*, 59(5), 554–565.
<https://doi.org/10.1093/annhyg/meu113>
[Disponible uniquement en anglais]
- Ramsey, J.D. (1995). Task performance in heat: A review. *Ergonomics*, 38(1), 154–165.
<https://doi.org/10.1080/00140139508925092>
[Disponible uniquement en anglais]
- Ramsey, J.D., et Morrissey, S.J. (1978). Isodecrement curves for task performance in hot environments. *Applied Ergonomics*, 9(2), 66–72.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15677254/>
[Disponible uniquement en anglais]
- Ritz, P., et Berrut, G. (2005). The importance of good hydration for day-to-day health. *Nutrition Reviews*, 63(6 Pt 2), S6–13.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16028567/>
[Disponible uniquement en anglais]
- Robertshaw, D. (1981). Chapter 11 Man in Extreme Environments, Problems of the Newborn and Elderly. In K. Cena & J. A. Clark (Eds.), *Bioengineering, Thermal Physiology and Comfort* (Vol. 10, pp. 169–179). Elsevier.
[Disponible uniquement en anglais]
- Rodríguez-Marroyo, J.A., López-Satue, J., Pernía, R., Carballo, B., García-López, J., Foster, C., et Villa, J.G. (2012). Physiological work demands of Spanish wildland firefighters during wildfire suppression. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 85(2), 221–228.
<https://doi.org/10.1007/s00420-011-0661-4>
[Disponible uniquement en anglais]
- Romanello, M., Di Napoli, C., Green, C., Kennard, H., Lampard, P., Scamman, D., ... et 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)
[Disponible uniquement en anglais]
- Rosner, M.H., et Kirven, J. (2007). Exercise-associated hyponatremia. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology: CJASN*, 2(1), 151–161.
<https://doi.org/10.2215/CJN.02730806>
[Disponible uniquement en anglais]
- Ruby, B.C., Schoeller, D.A., Sharkey, B.J., Burks, C., et Tysk, S. (2003). Water turnover and changes in body composition during arduous wildfire suppression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(10), 1760–1765. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14523317/>
[Disponible uniquement en anglais]
- Ruby, B.C., Shriver, T.C., Zderic, T.W., Sharkey, B.J., Burks, C., et Tysk, S. (2002). Total energy expenditure during arduous wildfire suppression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(6), 1048–1054.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12048336/>
[Disponible uniquement en anglais]
- Santé Canada. (2020). *Réduire les îlots de chaleur urbains pour protéger la santé au Canada* (Publication No. 180919). Ottawa, ON : Santé Canada.
- Sawka, M.N., Wenger, C.B., Montain, S.J., Bettencourt, B., Flinn, S., Gardner, J., Matthew, W.T., Lovell, M., et Scott, C. (2003). *Technical Bulletin: Heat stress control and heat casualty management* (Report No. MSIC 04-13). Washington, DC: Departments of the U.S. Army, Navy, and Air Force.
<https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA433236.pdf>
[Disponible uniquement en anglais]
- Selkirk, G.A., et McLellan, T.M. (2001). Influence of aerobic fitness and body fatness on tolerance to uncompensable heat stress. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md: 1985), 91(5), 2055–2063.
<https://doi.org/10.1152/jappl.2001.91.5.2055>
[Disponible uniquement en anglais]
- Simmons, S.E., Saxby, B.K., McGlone, F.P., et Jones, D.A. (2008). The effect of passive heating and head cooling on perception, cardiovascular function and cognitive performance in the heat. *European Journal of Applied Physiology*, 104(2), 271–280.
<https://doi.org/10.1007/s00421-008-0677-y>
[Disponible uniquement en anglais]

- Smallcombe, J.W., Foster, J., Hodder, S.G., Jay, O., Flouris, A.D., et Havenith, G. (2022). Quantifying the impact of heat on human physical work capacity; part IV: Interactions between work duration and heat stress severity. *International Journal of Biometeorology*, 66(12), 2463–2476. <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02370-7> [Disponible uniquement en anglais]
- Smith, D.L., Manning, T.S., & Petruzzello, S.J. (2001). Effect of strenuous live-fire drills on cardiovascular and psychological responses of recruit firefighters. *Ergonomics*, 44(3), 244–254. <https://doi.org/10.1080/00140130121115> [Disponible uniquement en anglais]
- Sorensen, C., et Hess, J. (2022). Treatment and Prevention of Heat-Related Illness. *The New England Journal of Medicine*, 387(15), 1404–1413. <https://doi.org/10.1056/NEJMcp2210623> [Disponible uniquement en anglais]
- Spector, J.T., Krenz, J., et Blank, K.N. (2015). Risk factors for heat-related illness in Washington crop workers. *Journal of Agromedicine*, 20(3), 349–359. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2015.1047107> [Disponible uniquement en anglais]
- Stookey, J.D. (2005). High prevalence of plasma hypertonicity among community-dwelling older adults: Results from NHANES III. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(8), 1231–1239. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2005.05.003> [Disponible uniquement en anglais]
- Taggart, S.M., Girard, O., Landers, G.J., et Wallman, K.E. (2024). Symptoms of heat illness and water consumption habits in mine industry workers over the summer months in Australia. *Industrial Health*. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2023-0139> [Disponible uniquement en anglais]
- Tait, P.W. (2011). Medicine use, heat and thermoregulation in Australian patients. *The Medical Journal of Australia*, 195(6), 327. <https://doi.org/10.5694/mja11.10289> [Disponible uniquement en anglais]
- Tawatsupa, B., Lim, L.L.-Y., Kjellstrom, T., Seubsman, S., Sleigh, A., et Thai Cohort Study Team. (2012). Association between occupational heat stress and kidney disease among 37, 816 workers in the Thai Cohort Study (TCS). *Journal of Epidemiology*, 22(3), 251–260. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22343327/> [Disponible uniquement en anglais]
- Taylor, N.A.S. (2014). Human heat adaptation. *Comprehensive Physiology*, 4(1), 325–365. <https://doi.org/10.1002/cphy.c130022> [Disponible uniquement en anglais]
- Taylor, N.A.S., Kondo, N., et Kenney, W.L. (2008). The physiology of acute heat exposure, with implications for human performance in the heat. Publié dans: Taylor NAS, Groeller H, eds. *Physiological bases of human performance during work and exercise* (1st edition, pp. 341–358). Elsevier. <https://shop.elsevier.com/books/physiological-bases-of-human-performance-during-work-and-exercise/taylor/978-0-443-10271-4> [Disponible uniquement en anglais]
- Taylor, N.A.S., Tipton, M.J., et Kenny, G.P. (2014). Considerations for the measurement of core, skin and mean body temperatures. *Journal of Thermal Biology*, 46, 72–101. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2014.10.006> [Disponible uniquement en anglais]
- Tipton, M., Pandolf, K., Sawka, M., Werner, J. et Taylor, N. (2008). Physiological adaptation to hot and cold environments. Publié dans: Taylor NAS, Groeller H, eds. *Physiological bases of human performance during work and exercise* (1st edition, pp. 379–400). [Disponible uniquement en anglais]
- Toffanello, E.D., Inelmen, E.M., Minicuci, N., Campigotto, F., Sergi, G., Coin, A., Miotto, F., Enzi, G., et Manzato, E. (2010). Ten-year trends in dietary intake, health status and mortality rates in free-living elderly people. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 14(4), 259–264. <https://doi.org/10.1007/s12603-010-0058-1> [Disponible uniquement en anglais]
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2014, June 17). *Heat Island Impacts* [Overviews and Factsheets]. EPA: Heat Islands. [Disponible uniquement en anglais]
- Wang, D., Lau, K.K.-L., Ren, C., Goggins, W.B.I., Shi, Y., Ho, H.C., Lee, T.-C., Lee, L.-S., Woo, J., et Ng, E. (2019). The impact of extremely hot weather events on all-cause mortality in a highly urbanized and densely populated subtropical city: A 10-year time-series study (2006–2015). *The Science of the Total Environment*, 690, 923–931. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.039> [Disponible uniquement en anglais]

- Wesseling, C., Glaser, J., Rodríguez-Guzmán, J., Weiss, I., Lucas, R., Peraza, S., da Silva, A.S., Hansson, E., Johnson, R.J., Hogstedt, C., Wegman, D.H., et Jakobsson, K. (2020). Chronic kidney disease of non-traditional origin in Mesoamerica: A disease primarily driven by occupational heat stress. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 44, e15. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.15>
[Disponible uniquement en anglais]
- Westaway, K., Frank, O., Husband, A., McClure, A., Shute, R., Edwards, S., Curtis, J., et Rowett, D. (2015). Medicines can affect thermoregulation and accentuate the risk of dehydration and heat-related illness during hot weather. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, 40(4), 363–367. <https://doi.org/10.1111/jcpt.12294>
[Disponible uniquement en anglais]
- Workplace Safety North (WSN). (2014). Mine Rescue Heat Stress Report. Workplace Safety North. https://www.workplacesafetynorth.ca/sites/default/files/resources/Mine_Rescue_Heat_Stress_Report_2014.pdf
[Disponible uniquement en anglais]
- Wyndham, C.H. (1973). The physiology of exercise under heat stress. *Annual Review of Physiology*, 35(1), 193–220. <https://doi.org/10.1146/annurev.ph.35.030173.001205>
[Disponible uniquement en anglais]
- Xiang, J., Bi, P., Pisaniello, D., Hansen, A., et Sullivan, T. (2014). Association between high temperature and work-related injuries in Adelaide, South Australia, 2001–2010. *Occupational and Environmental Medicine*, 71(4), 246–252.
[Disponible uniquement en anglais]
- Yeargin, S.W., Casa, D.J., Armstrong, L.E., Watson, G., Judelson, D.A., Psathas, E., et Sparrow, S.L. (2006). Heat acclimatization and hydration status of American football players during initial summer workouts. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (3), 463–470. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16937956/>
[Disponible uniquement en anglais]
- Zhang, X., Flato, G., Kirchmeier-Young, M., Vincent, L., Wan, H., Wang, X., Rong, R., Fyfe, J., Li, G. et Kharin, V. V. (2019). *Les changements de température et de précipitations au Canada*. Publié dans le chapitre 4 de Bush, E. and Lemmen, D.S. (Éds.) Rapport sur le climat changeant du Canada (pp. 112–193). Ottawa, ON : Gouvernement du Canada.

Annexe C : Recherche et soutien

La formation et l'assistance technique sont disponibles auprès de votre association de santé et de sécurité. Les associations de santé et de sécurité de l'Ontario, le Centre de santé et de sécurité des travailleurs et les cliniques de santé au travail pour les travailleurs de l'Ontario fournissent des informations spécifiques au lieu de travail, ainsi que des services de formation et de conseil pour la prévention des maladies et des blessures. Tous les partenaires du système SST font partie du comité directeur de la prévention des maladies professionnelles qui a soutenu ce projet.

- [Centre d'expertise en recherche sur les maladies professionnelles](#)
- [Centre de recherche sur la sécurité et la santé au travail](#)
- [Association pour la santé et la sécurité dans les infrastructures](#)
- [Institut pour le travail et la santé](#)
- [Occupational Cancers Research Centre](#)
- [Occupational Health Clinics for Ontario Workers](#)
- [Ministère du travail, de l'immigration, de la formation et du développement des compétences de l'Ontario](#)
- [Public Services Health et Safety Association](#)
- [Workers Health et Safety Centre](#)
- [Workplace Safety North](#)
- [Workplace Safety et Prevention Services](#)
- [Workplace Safety and Insurance Board](#)

D'autres sources d'information sur le stress thermique peuvent être trouvées dans la liste des ressources supplémentaires provenant de diverses sources au bas de la page de la [boîte à outils contre le stress thermique](#).