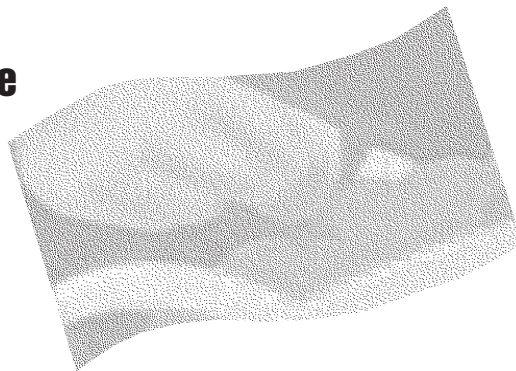


**Cueillette de données  
et vérification de la concordance  
entre la température de l'air  
corrigée et l'indice WBGT  
sous des ambiances thermiques  
extérieures**



**ÉTUDES ET  
RECHERCHES**

Pierre C. Dessureault  
Benoît Gressard

R-476

**RAPPORT**





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

## **NOS RECHERCHES** *travaillent pour vous !*

### **MISSION**

- ▶ Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.
- ▶ Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.
- ▶ Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

### **POUR EN SAVOIR PLUS...**

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour.  
De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement.  
**[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)**

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par l'Institut et la CSST.

**Abonnement : 1-877-221-7046**

Dépôt légal  
Bibliothèque et Archives nationales  
2006  
ISBN 13 : 978-2-89631-076-0 (version imprimée)  
ISBN 10 : 2-89631-076-2 (version imprimée)  
ISBN 13 : 978-2-89631-077-7 (PDF)  
ISBN 10 : 2-89631-077-0 (PDF)  
ISSN : 0820-8395

IRSST - Direction des communications  
505, boul. De Maisonneuve Ouest  
Montréal (Québec)  
H3A 3C2  
Téléphone : 514 288-1551  
Télécopieur : 514 288-7636  
[publications@irsst.qc.ca](mailto:publications@irsst.qc.ca)  
**[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)**  
Institut de recherche Robert-Sauvé  
en santé et en sécurité du travail,  
novembre 2006

# Cueillette de données et vérification de la concordance entre la température de l'air corrigée et l'indice WBGT sous des ambiances thermiques extérieures

Pierre C. Dessureault et Benoît Gressard

Département de génie industriel,  
Université du Québec à Trois-Rivières

# ÉTUDES ET RECHERCHES

## RAPPORT

### Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

Cliquez recherche  
[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)



Cette publication est disponible  
en version PDF  
sur le site Web de l'IRSST.

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

**CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSST**

**Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document  
ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.**

## SOMMAIRE

Depuis sa sortie à l'été 2003, le *Guide de prévention des coups de chaleur* élaboré par un comité CSST-Réseau de la santé a soulevé un vif intérêt. Cet outil permet aux intéressés d'estimer le niveau de contrainte thermique par une méthode simple appelée *température de l'air corrigée* ( $T_{a,corr}$ ) et suggère un ensemble de mesures à prendre selon quatre zones d'intensité de l'exposition. Ces zones sont basées sur une correspondance entre la température de l'air corrigée et les valeurs limites du Règlement sur la santé et la sécurité du travail et de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) exprimées par la température WBGT. Après deux saisons d'expérience, les responsables ont voulu évaluer la justesse de leur méthode et vérifier que la protection qu'elle suggère soit sécuritaire pour l'ensemble des travailleurs. 499 ensembles de données, représentant divers environnements où la température WBGT était égale ou supérieure à 22 °C ont été colligés durant les étés 2004 et 2005 et un outil permettant une analyse croisée des deux indices a été développé. Il ressort de l'analyse que lorsque la température de l'air est lue sur le lieu de travail, la température de l'air corrigée obtenue après application des facteurs de correction pour *humidité* et *ensoleillement* s'avère être très sécuritaire et surestime souvent le niveau de contrainte thermique exprimé par la température WBGT mesurée sur le même lieu ( $WBGT_{mes}$ ). Le travail lourd sous condition ombragée fait cependant exception avec 23% de sous-estimation de l'exposition. La distribution de l'ensemble des valeurs  $T_{a,corr}$  versus  $WBGT_{mes}$  montre un parallélisme presque parfait. Par contre, lorsque la température de l'air est lue sur les sites web d'Environnement Canada ou de Météomédia, les valeurs sont systématiquement plus basses que celles lue *in situ*, et ainsi, la température de l'air corrigée qui en découle s'approche du  $WBGT_{mes}$  mais au prix d'une proportion plus grande de cas de sous-estimation. De plus, la relation entre ces deux indices devient alors non parallèle et une sous-estimation de la contrainte thermique devient plus probable aux niveaux de contrainte plus élevés. L'utilisation du Guide à partir des données de sources météorologiques devrait donc se limiter au travail léger et moyen. La relation entre la  $T_{a,corr}$  et le  $WBGT_{mes}$  n'est pas influencée par la surface du sol. Sous condition ensoleillée avec vitesse de l'air inférieure à 1 m/s, les cas de sous-estimation sont légèrement plus nombreux. Des recommandations visant à améliorer et simplifier la démarche proposée dans le Guide sont formulées.

## TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE .....	i
TABLE DES MATIÈRES .....	ii
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
Contexte.....	1
Objectif.....	1
Mandat .....	1
<b>DÉVELOPPEMENT DE LA TEMPÉRATURE DE L’AIR CORRIGÉE</b> .....	<b>3</b>
Développement .....	3
Estimation de l’erreur.....	3
Autres facteurs d’ajustement .....	5
Valeurs repères .....	5
<b>MÉTHODE</b> .....	<b>7</b>
<b>RÉSULTATS</b> .....	<b>8</b>
<b>ANALYSE</b> .....	<b>9</b>
Correspondance de zone.....	9
Correspondance entre le WBGT estimé et le WBGT mesuré.....	10
Services météorologiques.....	11
Conditions d’ensoleillement .....	12
Vitesse de l’air.....	12
Humidité relative.....	13
Surface du sol.....	15
<b>DISCUSSION</b> .....	<b>16</b>
Collecte de données .....	16
Concordance entre $T_{a,corr}$ et WBGT .....	16
Utilisation des données des services météorologiques.....	17
Conditions d’ensoleillement .....	18
Vitesse de l’air.....	19
Effet de frontière .....	19
Droite de régression .....	20

**CONCLUSIONS..... 21**

**RECOMMANDATIONS..... 22**

**RÉFÉRENCES ..... 23**

**Annexe 1. Guide de prévention des coups de chaleur**

**Remerciement**





## INTRODUCTION

### Contexte

L'application de l'indice WBGT tel que stipulé au Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) nécessite une instrumentation spécialisée. D'autre part, les cas de coups de chaleur observés depuis quelques années touchent surtout des travailleurs des secteurs de l'agriculture, de la foresterie et de la construction. Dans ces secteurs, peu d'employeurs possèdent cette instrumentation. Ceci explique en partie du moins que depuis sa sortie à l'été 2003, le *Guide de prévention des coups de chaleur* (Annexe 1) élaboré par un comité CSST-Réseau de la santé a soulevé un vif intérêt. Cet outil permet aux intéressés de situer la grandeur du problème par une méthode simple appelée *température de l'air corrigée* ( $T_{a,corr}$ ) et suggère un ensemble de mesures à prendre selon quatre zones d'intensité de la contrainte thermique. Ces zones sont basées sur une correspondance entre la température de l'air corrigée ( $T_{a,corr}$ ) et les limites d'exposition trouvées dans le RSST et l'ACGIH et exprimées par la température WBGT. Après deux saisons d'expérience, les responsables ont voulu évaluer la justesse de leur méthode et vérifier que la protection qu'elle suggère soit sécuritaire pour l'ensemble des travailleurs.

En effet, bien que l'application du Guide semble donner de bons résultats sur le terrain et concorderait assez bien à l'indice WBGT mesuré, des questions ont été soulevées sur le degré de concordance sous différentes conditions de l'ambiance thermique, telles que faible vitesse de l'air, particulièrement en présence de rayonnement solaire et à proximité d'autres surfaces radiantes (asphalte, gravier). La littérature indique également que la vitesse de l'air aurait une grande influence sur la température globe.

À l'été 2004, la CSST a demandé à l'IRSST d'étudier le degré de concordance entre ces deux indices afin de préciser la performance de l'approche préconisée dans le guide. Aucune période de canicule (période de trois jours consécutifs avec des maximum dépassant la moyenne par cinq degrés ou plus) n'ayant été enregistrée en 2004 l'étude a été prolongée afin d'inclure l'été 2005 qui a largement comblé le *déficit thermique* de l'été précédent.

### Objectif

La présente étude doit constituer un pool de données permettant au Comité CSST-Réseau d'apprécier la pertinence de l'utilisation de son Guide à déterminer le niveau de contrainte thermique sous des ambiances extérieures et de mesurer l'influence de divers paramètres de l'ambiance thermique sur la concordance entre les températures WBGT et de l'air corrigée.

### Mandat

La présente étude doit constituer un pool de données qui permette de :

1. Apprécier la pertinence de l'utilisation des données provenant de services météorologiques (Environnement Canada et Météomédia) pour déterminer la température de l'air corrigée en un lieu donné;
2. Mesurer l'influence de la vitesse de l'air sur la concordance WBGT versus température corrigée, particulièrement sous conditions ensoleillées; et
3. Déterminer l'influence de l'environnement immédiat (gazon, asphalte, zones humides, boisé) sur la concordance entre la température de l'air corrigée et l'indice WBGT.

À cette fin, un ensemble de données, représentant divers environnements de travail sous diverses conditions climatiques est constitué. Un outil permettant une analyse croisée des deux indices selon les conditions environnementales lors de leur cueillette doit être développé. Ces enregistrements doivent couvrir les conditions suivantes : au-dessus du gazon, du gravier et de l'asphalte, à proximité de bâtiments, dans des boisés ou autre zone humide.

## DÉVELOPPEMENT DE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR CORRIGÉE ( $T_{a,corr}$ )

(Chapitre rédigé avec la collaboration de Jean-Yves Charbonneau)

### Développement

L'utilisation de la température de l'air corrigée aux fins d'analyse de la contrainte thermique telle que prescrite au Guide repose sur une analogie avec l'indice WBGT. Les limites proposées utilisent la même approche basée sur la charge de travail, que l'on trouve dans le règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) ou dans la norme ACGIH 2002. Cependant, la détermination de la température WBGT à partir d'une seule mesure, celle de la température de l'air, repose sur un certain nombre d'hypothèses quant à l'influence des autres paramètres déterminant l'ambiance thermique à savoir, l'humidité relative, la vitesse de l'air et le rayonnement. Cette correspondance WBGT versus  $T_{a,corr}$  est établie sous des conditions normalisées à 30% d'humidité relative, avec mouvement perceptible de l'air ( $T_{hn} \approx T_h$ ) et sans chaleur radiante. Le Tableau I illustre cette correspondance et les valeurs repères selon les trois niveaux de charge de travail. Par exemple, lorsque la température de l'air corrigée est de 40 °C, l'humidité relative (HR) de 30%, avec mouvement d'air et sans chaleur radiante, l'indice WBGT est de 29.7 degrés. Sous ces conditions, le travail léger peut être exécuté en continu à la condition que le travailleur soit acclimaté (zone *vert*) alors que le travail moyen ou lourd exige l'application de mesures de réduction de l'exposition (zone *jaune*).

Évidemment, lorsque les paramètres ambiants diffèrent de ces valeurs normalisées, il faut appliquer des facteurs d'ajustement, et la température de l'air ( $T_a$ ) devient alors une *température de l'air corrigée* ( $T_{a,corr}$ ). En ce qui concerne l'humidité relative par exemple, les valeurs WBGT sont presque équivalentes sous une température de l'air de 40 °C avec 30% d'humidité relative ou sous une température de 35 °C avec 60% d'humidité relative. Ainsi, un facteur d'ajustement de 5 degrés est appliqué à la lecture de la température de l'air lorsque l'humidité relative est de 60%. Cette démarche a été reprise pour les valeurs d'humidité relative de 30% à 90% par incréments de 10%, avec des valeurs de température de l'air variant entre 32 °C et 44 °C. Le Tableau II illustre la démarche pour calculer les facteurs d'ajustement à 40% puis 50% d'humidité relative.

### Estimation de l'erreur

Évidemment, une telle simplification se fait au coût d'une certaine erreur. Reprenant l'exemple du calcul du facteur d'ajustement plus haut, le Tableau III montre que les valeurs exactes du WBGT correspondant aux deux conditions jugées équivalentes (35 °C, 60%HR versus 40 °C, 30%HR) sont respectivement de 30.3 °C et 29.7 °C. Puisque c'est la valeur à 30% HR qui sert de référence, l'erreur est une sous-estimation du WBGT à 35 °C et 60% HR de 0.6 °C. Globalement, les marges d'erreur pour des températures de l'air entre 28 et 33 °C sont inférieures à 0.6 °C alors qu'à partir de 34 °C, il peut y avoir une sous-estimation supérieure à 1 °C.

**Tableau I. Correspondance WBGT vs  $T_{a,corr}$  et zone de contrainte thermique**

Paramètres		Charge de travail		
WBGT °C	$T_{a,corr}$ °C	léger	moyen	Lourd
22.0	<30.4	VERT	VERT	VERT
22.4	31.0	VERT	VERT	VERT
22.9	31.6	VERT	VERT	vert
23.3	32.2	VERT	VERT	vert
23.9	32.8	VERT	VERT	vert
24.3	33.3	VERT	VERT	vert
24.8	33.9	VERT	VERT	vert
25.0	34.5	VERT	VERT	vert
25.6	35.0	VERT	vert	vert
26.1	35.6	VERT	vert	vert
26.7	36.1	VERT	vert	jaune
26.9	36.7	VERT	vert	jaune
27.5	37.2	VERT	vert	jaune
27.8	37.8	vert	jaune	jaune
28.3	38.3	vert	jaune	jaune
28.9	38.9	vert	jaune	jaune
29.2	39.5	vert	jaune	jaune
29.7	40.0	vert	jaune	jaune
30.0	40.6	vert	jaune	jaune
30.6	41.1	jaune	jaune	rouge
31.1	41.7	jaune	jaune	rouge
31.4	42.2	jaune	rouge	rouge
31.7	42.8	jaune	rouge	rouge
32.2	43.3	jaune	rouge	rouge
32.8	>43.9	rouge	rouge	rouge

**Tableau II. Calcul des facteurs d'ajustement pour humidité relative**

HR %	$T_a$ -WBGT	Moyenne	Diff. avec 30 % HR	Facteur
30	8.9 à 11.2°C	10.03 °C	.....	0
40	7.3 à 9.2°C	8.21 °C	1.82 °C	+ 1.8°C
50	5.8 à 7.2°C	6.51 °C	3.52 °C	+ 3.5°C

### Autres facteurs d'ajustement

Puisque ce guide est destiné à l'analyse du travail à l'extérieur, le facteur d'ajustement pour la chaleur radiante est basé sur l'ensoleillement. La documentation scientifique propose des facteurs variant entre 4 et 7.2 °C pour des conditions ensoleillées (Malchaire 1998, EPA-OSHA 1993). Évidemment, la chaleur radiante provenant du soleil varie selon la latitude où on se trouve et la saison. La valeur retenue pour le Guide est de 5 °C.

**Tableau III Estimation de l'erreur**

TEMPÉRATURE DE L'AIR (°C)	WBGT avec HR 30%	WBGT avec HR 60%
20	13,7	16,6
21	14,5	17,5
22	15,3	18,4
23	16,1	19,3
24	16,9	20,3
25	17,7	21,2
26	18,4	22,1
27	19,2	23,0
28	20,1	23,9
29	20,7	24,8
30	21,6	25,7
31	22,4	26,6
32	23,3	27,5
33	24,1	28,5
34	24,9	29,4
35	25,6	30,3
36	26,4	31,2
37	27,2	32,1
38	28,0	33,0
39	28,9	33,9
40	29,7	34,9

EXEMPLE : 35°C avec HR60% équivalent à 40°C avec HR30%  
 sous estimation = 30.3-29.7 = 0,6°C

Tel que mentionné précédemment, l'approche de la température de l'air corrigée repose sur l'hypothèse qu'il y a un mouvement de l'air perceptible, suffisant pour que la  $T_{hn} \approx T_h$ . Une correction maximale de 0.5 °C lorsque l'humidité est faible, décroissant au fur et à mesure que l'humidité augmente, aurait pu être appliquée lorsqu'il y a absence de mouvement perceptible de l'air. Le fait que cet outil soit destiné prioritairement au travail extérieur et la préoccupation de garder l'outil simple expliquent que ce facteur n'ait pas été retenu dans le guide.

### Valeurs repères

Les valeurs repères entre les zones de couleur du guide sont reprises au Tableau IV. Les valeurs de la charge de travail sont de 200, 300 et 400 Kcal/h respectivement pour les classes de travail léger, moyen et lourd. Dans la zone *VERT* le travail continu est acceptable pour les travailleurs acclimatés et non acclimatés. Ce qui n'exclut pas que des mesures préventives de base soient applicables. Dans la zone *vert*, le travail continu est acceptable pour les travailleurs acclimatés seulement et des mesures préventives doivent être prises pour rendre le travail sécuritaire pour les travailleurs non acclimatés. La zone *jaune* indique que le risque augmente et que pour être en mesure de poursuivre les activités d'autres mesures préventives doivent être ajoutées pour rendre le travail sécuritaire. En dernier recours un régime d'alternance travail/repos doit être instauré.

Finalement, la zone *rouge* correspond à des conditions où des mesures particulières doivent être instaurées pour poursuivre les activités.

**Tableau IV. Limites selon les valeurs WBGT**

<b>Zone</b>	<b>léger</b>	<b>moyen</b>	<b>lourd</b>
<i>VERT – vert</i>	27.5 °C	25 °C	22.4 °C
<i>vert - jaune</i>	30 °C	27.5 °C	26.1 °C
<i>jaune - rouge</i>	32.2 °C	31°C	30 °C

## MÉTHODE

Entre le 14 juin et le 27 août 2004, et entre le 6 juin et le 2 septembre 2005, chaque fois que la température de l'air corrigée, soit la température de l'air (à l'ombre) majorée par les facteurs de correction pour l'humidité et l'ensoleillement était susceptible d'atteindre 30.4 °C, l'ensemble des données décrites plus bas était enregistré à chaque heure par des assistants de recherche suivant un protocole de lecture. L'enregistrement d'un ensemble de données prenait entre 10 et 15 minutes. Ces enregistrements ont couvert les conditions suivantes : au-dessus du gazon, du gravier et de l'asphalte, à proximité de bâtiments et dans des boisés.

L'ensemble de données recueillies à chaque heure comprend les paramètres environnementaux suivant :

1. Humidité relative et température de l'air selon le site web de Météomédia; 2. humidité relative et température de l'air selon le site web d'Environnement Canada; 3. température de l'air et humide forcée avec psychromètre (Sling Psychrometer 12-7026 Bacharach, PA en 2004, et Cole-Parmer, CA modèle 3312-40 en 2005); 4. vitesse de l'air avec anémomètre à ailette (TurboMeter, Davis Instrument, CA); 5. température de l'air; température humide naturelle; température globe; et température WBGT à l'extérieur (WiBGeT RSS-214, Imaging & Sensing Technology, NY). Les données lues *in situ* l'ont été à une hauteur de 90 centimètres au dessus du sol.

Les informations circonstancielle suivantes étaient également enregistrées :

1. lieu; 2. date et heure; 3. ensoleillement selon trois niveaux (ensoleillé, partiellement couvert, ombragé), 4. surface du sol; 5. responsable; et 6. remarques.

La température de l'air corrigée était calculée selon chacune des trois sources de température de l'air, soit celle lue sur le psychromètre (notée  $T_{a,corr}$ -UQTR) soit celles trouvée sur le site web des services météorologiques d'Environnement Canada ( $T_{a,corr}$ -EC) et de Météomédia ( $T_{a,corr}$ -MM). Le facteur de correction pour l'humidité relative était appliqué conformément au Guide. Le facteur correspondant aux taux d'humidité se situant entre les dizaines était calculé par interpolation linéaire. La facteur de correction pour l'ensoleillement se limitait aux trois valeurs proposées dans le Guide, soit 5 °C s'il fait plein soleil, 2.7 °C si le ciel est partiellement couvert et aucune correction si la lecture est prise à l'ombre ou par temps couvert. Tout le calcul de la  $T_{a,corr}$  était programmé sur Excel.

Un total de 733 ensembles de données ont été enregistrés. Aux fins d'analyse, les ensembles correspondant aux conditions suivantes ont été exclues de l'analyse :

- Valeur WBGT mesurée sur WiBGeT inférieure à 22 °C, soit 192 ensembles exclus.
- Les ensembles de lectures enregistrées lors d'opérations de pavage ou de réfection de toitures plates, soit 31 ensembles exclus.
- Les ensembles dont la température bulbe mouillé naturel est inférieure à la température humide forcée par plus de 1.4 °C (marge d'erreur de l'instrument (0.4 °C) et de son étalonnage (1.0 °C)) soit 11 ensembles exclus.

Il reste donc 499 ensembles de données pour fins d'analyse.

## RÉSULTATS

En tout, 98 ensembles complets de données ont été retenus au cours de l'été 2004. Cette saison a eu la particularité de ne connaître aucune période de canicule (trois jours de suite avec des maximums dépassant la normale par 5 °C ou plus). L'été 2005 a corrigé la situation avec 401 ensembles complets de données retenus. Ce dernier a été l'un des étés les plus chauds jamais enregistrés à Trois-Rivières. L'ensemble 2004 et 2005 fournit donc une banque de 499 ensembles de données assez robuste pour permettre l'analyse détaillée.

**Nombre total d'ensembles de données retenus : 499**

### Répartition des 499 enregistrements selon la surface :

Asphalte :	180
Boisé :	6
Gazon :	298
Gravier :	15

### Répartition des 499 enregistrements selon l'ensoleillement :

Ensoleillé :	301
Partiellement couvert :	69
Nuageux :	129

### Répartition des 499 enregistrements selon la vitesse de l'air :

0 à < 0.5	100
≥ 0.5 à < 1.0 :	107
≥ 1.0 à < 1.5 :	94
≥ 1.5 à < 2.0 :	93
≥ 2.0	105

### Répartition des 499 enregistrements selon l'humidité relative :

≥ 20 à < 30 %:	16
≥ 30 à < 40 %:	59
≥ 40 à < 50 %:	103
≥ 50 à < 60 %:	157
≥ 60 à < 70 %:	115
≥ 70 à < 80 %:	43
≥ 80 à < 90 %:	5
≥ 90 à 100 %:	1



## ANALYSE

*Nota : Sauf mention contraire, toutes les analyses sont basées sur la  $T_{a,corr}$  calculée avec la température de l'air mesurée sur psychromètre au point d'enregistrement (notée UQTR)*

### Correspondance de zone

La concordance entre la  $T_{a,corr}$  et le WBGT a d'abord été analysée sur la base de la zone (en référence au Guide, voir Tableau 1) dans laquelle la lecture se situe. Le guide utilise quatre zones : une zone vert foncé (notée *VERT* dans ce document) acceptable pour les travailleurs acclimatés et non acclimatés; une zone vert pâle (notée *vert*) acceptable pour les travailleurs acclimatés seulement; une zone jaune (notée *jaune*) où certaines mesures doivent être prises pour permettre le travail en continue ou encore un régime d'alternance travail/repos doit être instauré; et finalement une zone rouge (notée *rouge*) indique une contrainte élevée où un ensemble de mesures prescrites doivent toutes être prises pour permettre la poursuite des activités.

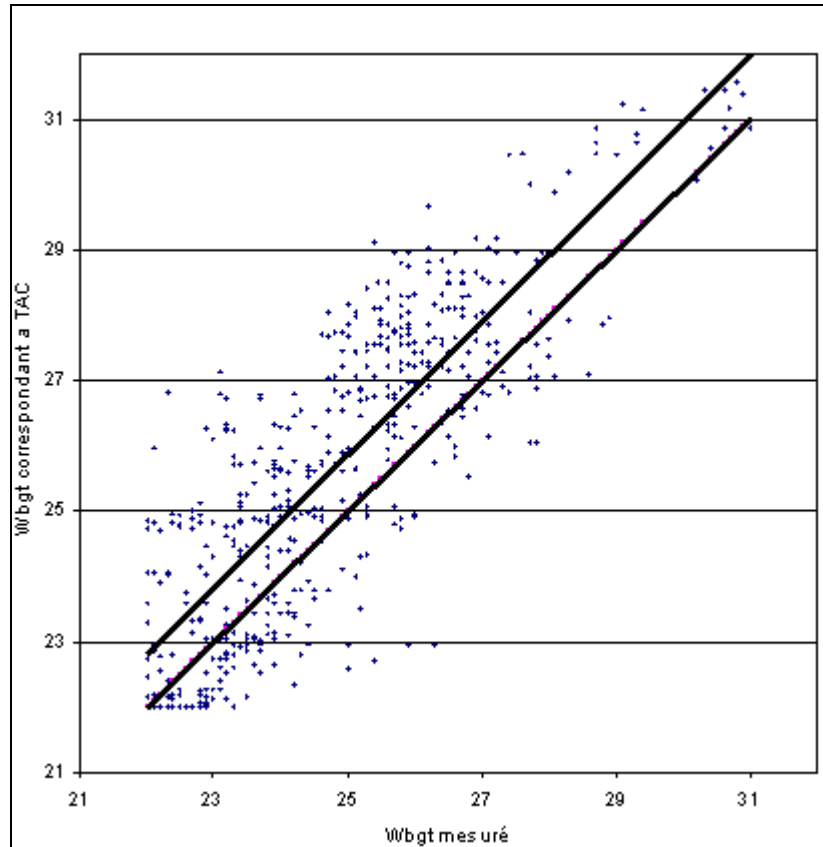
Les données sont considérées concordantes lorsque l'application de la température de l'air corrigée telle que le propose le Guide (Annexe 1) nous amène à la même zone que la température WBGT mesurée simultanément sur le même lieu ( $WBGT_{mes}$ ). Le Tableau V indique que généralement la concordance décroît avec la  $T_{a,corr}$ . La concordance parfaite dans la classe de  $T_{a,corr}$  25-30 °C s'explique du fait que toutes ces cinq ambiances, qui correspondent à une température WBGT estimée de moins de 22 °C sont clairement dans la zone acceptable pour les travailleurs acclimatés et non acclimatés (*VERT*). Les classes 30-35 et 35-40 regroupent un nombre élevé d'enregistrement qui permet de conclure que dans cette zone, la concordance décroît avec la hausse de la  $T_{a,corr}$ . Le faible pourcentage de 35% observé pour un travail moyen dans la classe 35-40 s'explique en partie du fait que deux frontières de zone s'y retrouvent, soit la frontière *VERT-vert* et la frontière *vert-jaune* (Tableau I). De plus la frontière *VERT-vert* se trouve immédiatement à la limite inférieure de la classe, soit à 35 °C, il est alors prévisible que plusieurs paires de données basculeront de part et d'autre de cette frontière.

**Tableau V. Concordance selon les classes de température corrigée**

Classe $T_{a,corr}$ (°C)	N	Pourcentage de concordance			Remarques
		Léger	Moyen	Lourd	
≥ 25 à < 30	5	100	100	80	1 cas sur 5 de sous-estimation
≥ 30 à < 35	221	100	85	78	
≥ 35 à < 40	250	57	35	49	Les cas de non-concordance sont généralement de surestimation
≥ 40 à 45	23	52	61	52	Les cas de non-concordance sont tous de surestimation
<b>Toutes</b>	<b>499</b>	<b>76</b>	<b>59</b>	<b>63</b>	

### Correspondance entre le WBGT estimé par la $T_{a,corr}$ et le WBGT mesuré

Puisqu'à toute valeur de la température de l'air corrigée correspond une valeur estimée de la température WBGT (notée  $WBGT_{est}$ ) (Tableau I), il est intéressant de mesurer la correspondance entre cette dernière valeur et la température WBGT mesurée ( $WBGT_{mes}$ ) sur le terrain au même moment. La Figure 1 montre l'ensemble des 499 ensembles de données retenus. La majorité des enregistrements montre une surestimation par la température  $WBGT_{est}$  obtenu par l'approche  $T_{a,corr}$ . La droite de régression ( $WBGT_{est} = 1.0225 WBGT_{mes} + 0.3013$ ) montre un coefficient de corrélation (R) de 0.83.



**Figure 1. Correspondance entre la température WBGT mesurée et celle correspondant à la température de l'air corrigée**

La concordance de zone entre la  $T_{a,corr}$  et le  $WBGT_{mes}$  mène donc à une action cohérente selon l'une ou l'autre approche. Cependant, la non concordance peut mener à deux types d'erreur, soit une sous-estimation, soit une surestimation du niveau de contrainte thermique tel que mesuré par la température WBGT. À titre d'exemple, le Tableau VI montre la répartition des 499 ensembles de données retenus selon les classes correspondant à la  $T_{a,corr}$  calculée à partir de la température sèche du psychromètre versus la lecture du WBGT ( $WBGT_{mes}$ ) pour une charge de travail moyenne. Avec une concordance globale de 59 % (294/499), ce qui peut sembler faible, le Tableau VI montre seulement 23 cas (4,6%) de sous-estimation (14 classés *VERT* alors que le

WBGT mesuré les classe *vert*, et 9 classés *vert* alors que le WBGT mesuré les classe *jaune*) contre 182 cas (36%) de surestimation.

**Tableau VI . Concordance selon les classes pour une charge de travail moyenne**

Classe WBGT <sub>mes</sub>	Classe T <sub>a,corr</sub>				Total
	VERT	Vert	jaune	rouge	
<b>VERT</b>	188	75	8		271
<b>vert</b>	14	83	91		188
<b>jaune</b>		9	23	8	40
<b>rouge</b>					
<b>Total</b>	<b>202</b>	<b>167</b>	<b>122</b>	<b>8</b>	<b>499</b>

### Services météorologiques

Toutes les comparaisons faites jusqu'à ce point sont basées sur la  $T_{a,corr}$  calculée avec la température de l'air mesurée sur psychromètre au point d'enregistrement (notée UQTR). Un des objectifs de l'étude était de vérifier la pertinence d'utiliser les données des services météorologiques, permettant ainsi l'application du Guide sans aucun instrument. Le Tableau VII montre une amélioration de la concordance pour un travail léger et moyen avec les données retrouvées sur les sites Web de Météomédia et d'Environnement Canada. Une légère baisse de la concordance est cependant observée pour les travaux lourds.

L'étude détaillée des données obtenues de ces sources montre que l'amélioration de la concordance pour travail léger et moyen se fait au prix d'une proportion plus élevée de cas de sous-estimation. En fait, l'amélioration vient du fait que la température de l'air trouvée sur les services météorologiques est très généralement plus basse que celle enregistrée sur le lieu de travail. Cela peut s'expliquer du fait que dans une station météorologique, la température de l'air est mesurée dans un abri Stevenson, aussi loin que possible des immeubles, à un mètre au-dessus de l'herbe. Pour un travail lourd, la proportion de sous-estimation atteint un niveau de 27 et 22 pourcent pour Environnement Canada et Météomédia respectivement contre seulement 7 pourcent lorsque la température de l'air est lue sur le psychromètre. Alors que les 7 pourcents de sous-estimation ne se retrouvent quasi exclusivement que sous condition ombragée, les pourcentages plus élevés associés à Environnement Canada et à Météomédia concernent toutes les conditions d'ensoleillement.

**Tableau VII. Concordance selon la source de la température de l'air**

Source de Ta	n	Pourcentage de concordance			Pourcentage de sous-estimation		
		Léger	Moyen	Lourd	Léger	Moyen	Lourd
<b>UQTR</b>	499	76	59	63	2	5	7
<b>Env. Canada</b>	468	86	71	60	5	14	27
<b>MétéoMédia</b>	449	84	71	62	4	10	22

### Conditions d'ensoleillement

L'analyse selon les conditions d'ensoleillement montre que la concordance est bien meilleure sous des conditions ombragées et partiellement couvertes que ensoleillées (Tableau VIII). Sous condition ombragée cependant, le pourcentage de sous-estimation atteint 23% pour le travail lourd. L'analyse de ces derniers cas ne permet pas de dégager de tendances communes sur la base des autres paramètres observés. Heureusement, tous ces cas sous-estiment l'exposition par une seule classe (VERT-vert et vert-jaune). Évidemment, les valeurs WBGT mesurées sont très près de la frontière entre ces deux classes. Les mêmes remarques s'appliquent aux 10% de sous-estimation pour un travail moyen sous des conditions partiellement couvertes.

Puisque les cas de non concordance entre  $T_{a,corr}$  et WBGT sous condition ensoleillée sont très généralement des cas de surestimation, nous avons étudié l'amélioration du pourcentage de correspondance obtenue en retranchant jusqu'à trois degrés à la  $T_{a,corr}$ . Le Tableau IX montre que la concordance atteint son maximum lorsque deux degrés sont retranchés à ces 301 enregistrements. Toutefois, les cas de non concordance sont alors mieux répartis puisque le pourcentage de sous-estimation atteint 7, 13 et 17 pourcent pour le travail léger, moyen et lourd respectivement. Lorsque un degré est retranché, la concordance est grandement améliorée et le pourcentage de sous-estimation demeure semblable.

**Tableau VIII . Concordance selon les conditions d'ensoleillement**

Ensoleillement	n	Pourcentage de concordance			Pourcentage de sous-estimation		
		Léger	Moyen	Lourd	Léger	Moyen	Lourd
<b>Ensoleillé</b>	301	63	42	53	2	3	< 1
<b>Part. couvert</b>	69	93	65	84	1	10	3
<b>Ombragé</b>	129	98	95	73	2	5	23
<b>Tous</b>	<b>499</b>	<b>76</b>	<b>59</b>	<b>63</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

### Vitesse de l'air

Toute l'approche de la  $T_{a,corr}$  repose sur l'hypothèse qu'il y a mouvement perceptible de l'air et que la température humide naturelle est donc très près de la température humide forcée. Il est connu que la lecture de la température humide forcée doit se faire à une vitesse de l'air de 2m/s ou plus. À cette condition, les températures humides naturelle et forcée sont très proches. L'analyse des concordances en fonction de la vitesse de l'air se trouve au Tableau X. Il ne ressort pas clairement que la concordance soit meilleure lorsque la vitesse de l'air dépasse 2 m/s. Toutefois, les cas de sous-estimation sont plus nombreux à des vitesses de l'air inférieures à 1 m/s, surtout pour un travail lourd. Il est intéressant de noter que tous les cas de sous-estimation pour travail lourd concernent des conditions ombragées.

**Tableau IX . Amélioration de la concordance sous conditions ensoleillées (n= 301)**

Valeur retranchée (°C)	Pourcentage de concordance			Pourcentage de sous-estimation		
	Léger	Moyen	Lourd	Léger	Moyen	Lourd
<b>0</b>	63	42	53	2	3	< 1
<b>0.5</b>	71	55	61	3	4	2
<b>1.0</b>	82	71	65	5	5	3
<b>1.5</b>	89	78	66	5	9	11
<b>2.0</b>	91	81	68	7	13	17
<b>2.5</b>	92	74	69	7	22	24
<b>3.0</b>	92	66	66	7	31	31

**Tableau X . Étude de la concordance selon la vitesse de l'air**

Vitesse de l'air (m/s)	n	Pourcentage de concordance			Pourcentage de sous-estimation		
		Léger	Moyen	Lourd	Léger	Moyen	Lourd
≥ 0 à < 0,5	100	77	70	63	1	3	10
≥ 0,5 à < 1.0	107	84	64	63	5	7	8
≥ 1.0 à < 1,5	94	79	55	71	2	5	5
≥ 1,5 à < 2.0	93	72	53	61	0	3	4
≥ 2.0	105	70	52	55	1	4	5
<b>Toutes</b>	<b>499</b>	<b>76</b>	<b>59</b>	<b>63</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

Le mandat de cette étude mentionnait l'étude de l'influence de la vitesse de l'air spécifiquement sous des conditions ensoleillées. Le Tableau VIII vu précédemment montrait que le niveau de concordance est moins élevée sous des conditions ensoleillées et que le pourcentage de sous-estimation était très faible. Le Tableau XI montre que les cas de sous-estimation de l'exposition sont regroupés sous des vitesses de l'air de 1 mètre par seconde et moins. La concordance ne s'améliore pas avec l'augmentation de la vitesse de l'air cependant les cas de sous-estimation sont alors très rares.

### **Humidité relative**

Le Tableau XII ne montre pas de tendance claire en ce qui a trait à l'influence du niveau d'humidité relative. Le nombre d'observations très limité dans la plage 20 à 30% (n = 16) ne montre aucun cas de sous-estimation. Cette situation est prévisible puisque toute l'approche du Guide repose sur des valeurs normalisées à une humidité relative de 30%. Ainsi, un facteur de correction négatif (-2 °C) à des pourcentages d'humidité entre 20 et 30% est recommandé par

EPA-OSHA, mais n'a pas été retenu par le Guide. La plage 70 à 80%, montre un pourcentage élevé de sous-estimation qui ne s'observe pas dans les plages immédiatement inférieures et supérieures. À une seule exception près, tous ces derniers cas de sous-estimation concernent des conditions ombragées.

**Tableau XI . Étude de la concordance des données sous condition ensoleillée selon la vitesse de l'air (n=301)**

Vitesse de l'air (m/s)	n	Pourcentage de concordance			Pourcentage de sous-estimation		
		Léger	Moyen	Lourd	Léger	Moyen	Lourd
≥ 0 à < 0,5	53	57	47	53	2	4	2
≥ 0,5 à < 1.0	66	76	53	56	6	8	0
≥ 1.0 à < 1,5	59	71	41	64	0	0	0
≥ 1,5 à < 2.0	62	60	35	53	0	2	0
≥ à 2.0	61	51	34	39	2	2	0
<b>Toutes</b>	<b>301</b>	<b>63</b>	<b>42</b>	<b>53</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>&lt; 1</b>

**Tableau XII . Étude de la concordance selon l'humidité relative**

Pourcentage d'humidité	n	Pourcentage de concordance			Pourcentage de sous-estimation		
		Léger	Moyen	Lourd	Léger	Moyen	Lourd
≥ 20 à < 30	16	75	88	38	0	0	0
≥ 30 à < 40	59	93	49	64	0	3	5
≥ 40 à < 50	103	77	60	66	3	4	10
≥ 50 à < 60	157	72	55	58	3	4	<1
≥ 60 à < 70	115	72	60	67	0	3	3
≥ 70 à < 80	43	79	70	67	5	16	14
≥ 80 à < 90	5	80	60	60	0	0	0
≥ 90 à 100	1	100	100	0	0	0	0
<b>Tous</b>	<b>499</b>	<b>76</b>	<b>59</b>	<b>63</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

### Surface du sol

L'analyse des données selon la surface du sol se limite à toutes fins utiles à l'asphalte et au gazon (Tableau XIII). Les lectures dans les boisés et au-dessus du gravier sont trop peu nombreuses pour en étudier quelque tendance et les données recueillies sur d'autres surfaces n'ont pas été retenues lors de l'épuration.

Pour l'asphalte et le gazon, aucune tendance claire n'est observable. Le 8 % de sous-estimation pour le travail lourd sur surface en gazon concerne surtout des classes d'exposition *vert* qui ont été classés *VERT* par la méthode de la température de l'air corrigée. Ici encore, les 25 cas de sous-estimation ne concernent, à une exception près, que des conditions ombragées.

**Tableau XIII . Étude de la concordance selon la surface**

Surface	n	Pourcentage de concordance			Pourcentage de sous-estimation		
		Léger	Moyen	Lourd	Léger	Moyen	Lourd
Asphalte	180	77	54	62	3	6	4
Boisé	6	100	100	100	0	0	0
Gazon	298	77	62	63	1	4	8
Gravier	15	40	33	40	0	0	0
<b>Toutes</b>	<b>499</b>	<b>76</b>	<b>59</b>	<b>63</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

## DISCUSSION

### Collecte de données

Une vaste collecte des paramètres environnementaux définissant l'ambiance thermique apporte toujours son lot de surprises. L'une des plus fréquentes est de lire une température humide naturelle inférieure à la température humide forcée, ce qui est rationnellement impossible sauf sous des vitesses de l'air supérieures à 2 m/s. Notre banque de données montre plusieurs de ces cas, limités cependant après épuration à une différence de 1.4 °C ou moins. De tels cas peuvent s'expliquer par un ensemble de facteurs dont l'imprécision de l'instrumentation. D'ailleurs, Malchaire (DGHT 2005) recommande de ne pas lire la température humide naturelle mais de la calculer à partir des lectures de la température et de la vitesse de l'air, de l'humidité relative et de la température globe. Cette proposition formulée par un chercheur aguerri démontre bien la difficulté qui accompagne la lecture de ce paramètre qui compte pour 70% dans le calcul de la température WBGT. L'instrumentation utilisée dans cette étude est fiable, reconnue et semblable à celle utilisée tant à la CSST que dans le Réseau de la santé, il nous apparaît donc pertinent de l'avoir utilisée dans la présente étude de la performance de la température de l'air corrigée versus l'indice WBGT mesuré tel qu'il a été développé, soit avec une lecture de la température bulbe mouillé naturel.

Les écarts de lecture peuvent aussi refléter une réalité. La lecture de l'ensemble de sept paramètres sur trois instruments différents nécessitant 10 à 15 minutes, les conditions peuvent dans les faits varier sur une aussi courte période. Ainsi, il n'est pas rare que la lecture de la température WBGT extérieure ne corresponde pas très exactement avec la formule :

$$WBGT_{ext} = 0.7 T_{hn} + 0.2 T_g + 0.1 T_a$$

pourtant toutes ces lectures proviennent d'une même source et la température WBGT affichée sur l'appareil est calculée suivant cette même équation.

### Concordance entre $T_{a,corr}$ et WBGT

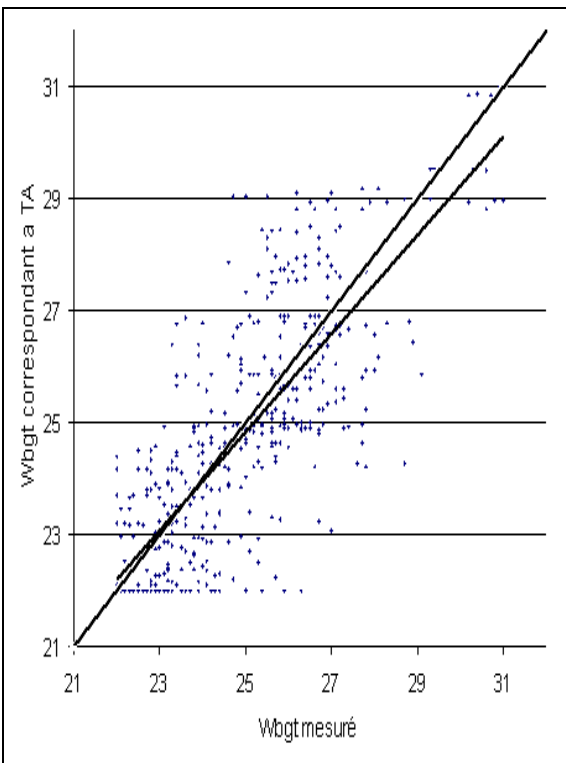
L'approche de la température de l'air corrigée telle que proposée par le Guide est très généralement sécuritaire puisque l'analyse de la concordance entre la  $T_{a,corr}$  calculée à partir de la température de l'air mesurée sur psychromètre et la température WBGT mesurée montre très peu de cas de sous-estimation. Bien que l'évaluation précise de la situation demeure le principal objectif, il est clair qu'il est préférable d'assurer la protection nécessaire à la quasi-totalité des travailleurs exposés à la chaleur, au sacrifice de la concordance.

Il est probable que les lectures enregistrées sous de faibles niveaux de contrainte thermique, tous clairement en zone *VERT*, expliquent le haut niveau de concordance pour des valeurs plus faibles. Malgré tout, les cas de sous-estimation de l'exposition des travailleurs avec une charge de travail lourde demeurent peu fréquents dans l'ensemble des situations observées.



### Utilisation des données des services météorologiques

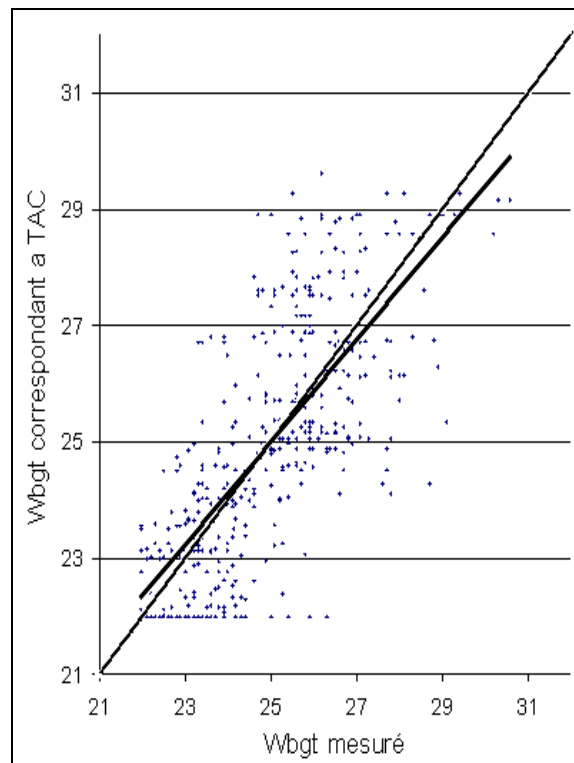
L'utilisation de la température de l'air fournie par les services météorologiques plutôt que la lecture avec instruments sur les lieux améliore la concordance pour un travail léger et moyen parce que cette donnée est systématiquement plus faible que lorsqu'elle est lue sur place et qu'ainsi, elle réduit la surestimation générale observée lorsque la température de l'air est lue sur place. En station météorologique, la température de l'air est lue dans un abri Stevenson, à un mètre au-dessus de l'herbe et aussi loin que possible des bâtiments (Env. Canada 2005). De plus, il peut arriver que la température réelle de l'air à la station météorologique diffère singulièrement de celle sur le lieu de travail où les surfaces et les bâtiments peuvent avoir une influence significative sur la température de l'air, surtout par journées sans vent et ensoleillées. Cependant, l'amélioration de la concordance se fait au prix d'un plus grand nombre de sous-estimations (Tableau VII). La Figure 2 ci-dessous illustre bien que les paires de valeurs  $WBGT_{est} - WBGT_{mes}$  sont réparties plus également de part et d'autre de la correspondance un pour un.



$$WBGT_{est} = 0.884 WBGT_{mes} + 2.81$$

$$R = 0.77$$

(A)



$$WBGT_{est} = 0.916 WBGT_{mes} + 2.13$$

$$R = 0.75$$

(B)

**Figure 2. Correspondance entre la température WBGT mesurée et celle correspondant à la température de l'air corrigée selon Environnement Canada (A) et Météomédia (B)**

Bien qu'il soit de loin préférable de surestimer l'exposition des travailleurs que de la sous-estimer, l'objectif du Guide demeure une évaluation aussi précise que possible. Le choix entre la température de l'air lue sur place ou recueillie sur les services météorologiques (Environnement

Canada ou Météomédia) a un impact significatif. Aussi, il est certain que la température sur le lieu de travail puisse différer réellement de celle rapportée par les services météorologiques du fait de la présence de bâtiments, de la surface du sol et de la vitesse de l'air qui diffèrent des conditions en station météorologique.

### **Conditions d'ensoleillement**

L'analyse selon les conditions d'ensoleillement (Tableau VIII) suggère que la correction de 5 °C pour condition ensoleillée est généreuse. La correspondance de zone est plus faible sous cette condition et le pourcentage de sous-estimation est plus faible que par temps partiellement couvert ou ombragé. La documentation scientifique fait mention de facteurs de correction entre 4 et 7.2 °C (Malchaire 1998, EPA-OSHA 1993). Or, puisque l'importance de la chaleur de rayonnement en provenance du soleil dépend singulièrement de la latitude et de la saison, et que les recherches originent principalement des Etats-Unis et d'Europe occidentale, il était pertinent de retenir un facteur de correction s'approchant de la limite inférieure de cette plage. La répartition selon la vitesse de l'air de ces données sous conditions ensoleillées (Tableau XI) montre que les cas de sous-estimation sont principalement regroupés sous des vitesses de l'air de moins de 1 m/s.

Une hypothèse soulevée par des membres du Comité CSST-Réseau sur la contrainte thermique à l'effet que le soleil a un impact significatif sur la température humide naturelle va pourtant à l'encontre de cette surestimation observée sous condition ensoleillée. En effet, une augmentation de la température mouillée naturelle par le rayonnement solaire aurait pour effet un biais à la hausse des valeurs WBGT mesurées, d'où une sous-estimation plus probable par la température de l'air corrigée qui a pour point de départ la température de l'air lue à l'ombre. Il est évident que le rayonnement a une certaine influence sur le senseur  $T_{hn}$  mais la théorie veut qu'elle soit très limitée lorsque on prend soin de maintenir le manchon et l'éponge d'un blanc immaculé.

Le pourcentage de sous-estimation de 23% observé sous condition ombragée pour le travail lourd est en soi inquiétant (Tableau VIII). L'analyse détaillée des cas de sous-estimation montre que dans 24 cas sur 30 sont classés *VERT* par application du guide ( $WBGT_{est}$  entre 22.0 et 22.4 °C) alors que la lecture se situe dans la zone *vert* ( $WBGT_{mes}$  entre 22.5 et 24.2 °C). Deux avenues peuvent permettre de réduire cette proportion de sous-estimation, à savoir; appliquer un facteur de correction pour condition ombragée ou, regrouper les conditions d'ensoleillement partiellement couvert et ombragé en une seule et y appliquer un facteur de correction unique. Cette dernière avenue simplifierait l'application du guide car il n'est souvent pas évident de distinguer les conditions ensoleillées, partiellement couvert et ombragée qui sont en fait, une séparation arbitraire d'un continuum depuis le ciel parfaitement dégagé jusqu'à l'ombre totale. Le facteur de correction pour les conditions partiellement couverte et ombragée pourrait alors se situer autour de 2°C. Le Tableau XIV montre le pourcentage de sous-estimation pour ces deux conditions en y appliquant un même facteur de correction de 2 °C. On n'observe alors aucun cas de sous-estimation aux conditions actuellement considérées ombragées. Sous condition partiellement couverte, le fait d'abaisser le facteur de correction de 2.7 à 2 °C augmente cette proportion de 10 à 14 % pour un travail moyen. Pour une nouvelle classe regroupant les deux, le pourcentage de sous-estimation est de 5% et moins. L'application du facteur de 2.7 °C actuellement utilisé sous condition partiellement couverte aux conditions ombragées élimine presque totalement les cas de sous-estimation.

L'avenue consistant à conserver les classes actuelles et d'appliquer un facteur de correction à la condition ombragée se justifie du fait que, à l'extérieur, même sous cette condition, un certain rayonnement est présent. Ainsi, la température globe lue sous ciel ombragé lors de cette recherche dépasse la température de l'air par 3.5°C en moyenne. L'application d'un facteur de correction de 1°C à la condition ombragée abaisserait le pourcentage de sous-estimation pour travail lourd de 23 à 3 %, pour un travail moyen de 5 à 2 % et il demeurerait inchangé à 2 % pour un travail léger. Puisque sous condition ombragée la température globe compte pour 30% de l'indice WBGT, et que cette valeur est de 3.5 °C supérieure à la température de l'air, la mathématique est respectée par l'application d'un facteur de correction de 1 °C.

**Tableau XIV. Pourcentage de sous-estimation suivant l'application actuelle du Guide et un facteur de correction commun de 2°C aux conditions ombragé et partiellement couvert**

Ensoleillement	n	Pourcentage de sous-estimation selon le Guide actuel			Pourcentage de sous-estimation avec facteur de correction de 2°C		
		Léger	Moyen	Lourd	Léger	Moyen	Lourd
<b>Part. couvert</b>	69	1	10	3	3	14	7
<b>Ombragé</b>	129	2	5	23	0	2	2
<b>Tous</b>	<b>238</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>

### Vitesse de l'air

L'hypothèse sur laquelle se base l'indice  $T_{a,corr}$  à l'effet qu'il y a mouvement de l'air et que les températures humides naturelle et forcée convergent devrait se traduire par une sous-estimation de la contrainte thermique lorsque la vitesse de l'air est très faible. L'analyse des données selon les classes de vitesse de l'air (Tableaux X et XI) montre un certain clivage autour de 1 m/s, et ce particulièrement pour le travail lourd. Il faut rappeler que l'application d'un facteur de correction de 1 °C à la condition ombragée tel que discuté plus haut éliminerait la majorité de ces cas de sous-estimation sous faible vitesse de l'air.

### Effet de frontière

Le pourcentage de concordance de zone est plus faible pour des  $T_{a,corr}$  au-dessus de 35 °C (correspondant à WBGT > 25.6 °C). La même observation s'applique dans la plage 30 à 35 °C pour un travail moyen et lourd. Cette observation s'explique du fait que les zones sont plus étroites et qu'ainsi, plusieurs paires WBGT<sub>mes</sub> versus  $T_{a,corr}$  se retrouvent de part et d'autre d'une frontière entre ces zones. Par exemple, le Guide établit la frontière entre les zones *VERT* et *vert* à  $T_{a,corr} = 37.2$  °C pour un travail léger et à 34.5 °C pour un travail moyen. Pour le travail lourd, l'interface *vert-jaune* se situe à 35.6 °C. Il n'est donc pas surprenant que la correspondance dans la classe  $T_{a,corr}$  entre 30 et 35 °C soit de 100% pour un travail léger puisque la zone *VERT*

déborde largement cette classe de part et d'autre, alors qu'elle baisse à 85% pour un travail moyen et de 77% pour un travail lourd, là où ces valeurs se répartissent sur deux zones.

### **Droite de régression**

La Figure 1 montre que la surestimation associée à la méthode proposée dans le Guide est très semblable sur l'ensemble de valeurs WBGT observées. En termes statistiques, la pente de cette droite est très près de l'unité. Le pourcentage de sous-estimation est relativement comparable selon le niveau de contrainte thermique. Donc, le guide de prévention des coups de chaleur assure un niveau de sécurité constant sur l'ensemble des niveaux de contrainte observée.

Il n'en va pas de même lorsque la température de l'air utilisée pour appliquer le Guide provient de services météorologiques. La Figure 2 montre des droites de régression donc la pente est inférieure à l'unité autant pour Environnement Canada que Météomédia. De telles distributions ont l'inconvénient de sous-estimer les niveaux de contrainte thermique au-dessus du point de convergence des courbes, soit 24.2 °C pour Environnement Canada et 25.4 °C pour Météomédia.

## CONCLUSIONS

L'utilisation de la température de l'air corrigée, suivant la méthode développée dans le Guide de prévention des coups de chaleur publié par la CSST offre une alternative commode à la lecture de la température WBGT et assure généralement une protection adéquate des travailleurs, sauf pour le travail lourd sous condition ombragée. Lorsque la température de l'air est lue sur place, sa relation avec l'indice WBGT mesuré montre que cette méthode surestime l'exposition à la chaleur et qu'ainsi, l'incertitude est placée en large partie à la faveur d'une plus grande sécurité. La lecture de la température de l'air à partir des services météorologiques donne cependant une lecture systématiquement plus basse que celle lue sur le terrain, ainsi la valeur de la température de l'air corrigée baisse d'autant. Parce que la démarche proposée dans le guide surestime généralement la contrainte thermique, la lecture de la température de l'air depuis les services météorologiques améliore la concordance entre ces deux indices mais au prix d'un plus grand pourcentage de cas de sous-estimation de l'exposition, lesquels se font plus importants à mesure que le niveau de contrainte thermique devient plus sévère. Pour ces raisons, il est préférable de lire la température de l'air sur le lieu de travail même et le recours aux services météorologiques devrait se limiter aux expositions modérées ou encore aux charges de travail légère ou moyenne. Lorsque le niveau de contrainte thermique est intense et/ou la charge de travail lourde, une lecture de la température sur place s'impose.

Pour l'ensemble des données retenues, le pourcentage de sous-estimation est légèrement plus élevé sous des vitesses de l'air inférieures à 1 m/s. Cette tendance ne justifie pas l'inclusion d'un facteur de correction pour la vitesse de l'air, ce qui serait difficile à déterminer sur le terrain. La mise en garde du guide à l'effet qu'il repose sur l'hypothèse qu'il y a mouvement perceptible de l'air est très importante. Qu'il suffise de penser aux travailleurs qui engrangent le foin dans un environnement très calme et suffoquant.

La problématique pour les conditions ombragées exige qu'une solution y soit apportée soit par l'ajout d'un facteur de correction de 1 °C, ou encore par un redécoupage des conditions d'ensoleillement qui aurait pour effet de hausser la  $T_{a,corr}$  sous cette condition.

## RECOMMANDATIONS

Nous recommandons au Comité CSST-Réseau sur la contrainte thermique de considérer simplifier la correction pour les conditions d'ensoleillement en les regroupant en seulement deux catégories à savoir ensoleillée ou non ensoleillée. La catégorie non ensoleillée se verrait appliquer le facteur de correction de 2 °C. Cette mesure, d'une part, éliminerait une incertitude quasi constante sur le terrain qui consiste à choisir entre partiellement couvert et ombragé et d'autre part, réduirait le pourcentage élevé de sous-estimation observé pour un travail lourd sous condition ombragée. Une autre avenue permettant de conserver les classes actuelles d'ensoleillement consiste en l'application d'un facteur de correction de 1 °C à la classe ombragée. Ceci permet de réduire la proportion de sous-estimation à un niveau semblable aux autres classes d'ensoleillement.

Préciser, dans le Guide, l'interpolation linéaire que doivent appliquer les utilisateurs pour des niveaux d'humidité relative se situant entre les dizaines. Finalement, il faut exclure clairement les travaux qui dégagent une quantité importante de chaleur du domaine d'application du guide, tels les opérations de pavage et la réfection de toitures.

Plusieurs questions ont été soulevées au cours de cette recherche par les membres du Comité sur la contrainte thermique : l'impact d'une protection additionnelle du capteur de la température de l'air du WiBGeT; l'impact de l'ensoleillement sur la température humide naturelle; l'impact de l'ensoleillement sur la température globe lorsque la vitesse de l'air est faible. L'analyse de ces problématiques nécessite un appareillage spécifique, plus précis que ce qui est utilisé sur le terrain (probablement des étalons primaires des températures de l'air, humide naturelle et globe) et une chambre climatique où les environnements peuvent être étroitement contrôlés. Notre avis est que nombre de sources d'erreur (i.e. erreur méthodologique, estimation de la dépense énergétique, interprétation du règlement) ont un impact bien plus grand sur la détermination du niveau de contrainte et sur l'application de mesures de réduction de l'exposition. Aussi, l'instrumentation disponible actuellement est utilisée au Québec depuis des décennies, toute modification ferait en sorte d'invalider, ou tout au moins dévaloriser la banque de données dont plusieurs services et entreprises se sont dotés. Aussi toutes ces hypothèses, si elles devaient mener à des modifications de l'appareil (protection supplémentaire contre le rayonnement par exemple) influenceraient à la baisse la lecture de la température WBGT, ce qui serait à la défaveur du travailleur. L'indice WBGT est un outil empirique qui permet une évaluation grossière de l'ambiance thermique. Son application généralisée en milieu de travail a permis d'éliminer quasi complètement les cas de coups de chaleur, peut-être grâce à des biais plus que sa précision. Une démarche visant à connaître plus exactement et mieux analyser l'ambiance thermique devrait se baser sur l'analyse rationnelle telle que proposée par la norme ISO 7933 ou le Predicted Heat Strain proposé par Malchaire (1999).

Étudier la possibilité d'utiliser l'indice humidex pour point de départ d'une méthode de détermination de la contrainte thermique semblable à celle proposée dans le Guide de prévention des coups de chaleur. Par définition, cet indice regroupe la température de l'air et l'humidité en une seule lecture. Il demeurerait alors à déterminer les facteurs de correction pour les facteurs ensoleillement et habillement. Si une telle démarche permettait d'obtenir une estimation du niveau de contrainte thermique qui soit bien corrélée avec les valeurs WBGT mesurées, son

application serait plus simple que la méthode du Guide. Si cette avenue était retenue, le facteur d'ajustement pour l'ensoleillement devrait être revu.

## RÉFÉRENCES

ACGIH 2004. Heat stress and heat strain. *Documentation on the Threshold Limit Values*. ACGIH, Cincinnati, OH.

ACGIH 2002. *Threshold Limit Values for chemical substances and biological exposure indices*. ACGIH, Cincinnati, OH.

Department of National Defense 1973. *An improved direct-reading meter for the WBGT index*. Defense and civil institute of environmental medicine. RT no.: 73-R-947. Downsview, Ontario.

DGHT 2005. *Ambiances thermiques de travail*. Direction générale de l'humanisation du travail. Fonds social européen. Union européenne. D/2004/1205/46. Bruxelles, Belgique.

EPA-OSHA 1993. *A guide to heat stress in agriculture*. Environmental Protection Agency, Washington D.C.

IRSST, 1983. *Rapport d'essai sur l'appareil de mesure de température WBGT modèle RSS-211D fabriqué par la compagnie Reuter-Stokes*. Par Henry Scory et Jérôme Boutin. IRSST, Montréal.

Juehn, L. 1981. *Development of an inexpensive accurate WBGT meter*. Conférence présentée à American Industrial Hygiene Conference à Portland Oregon. Communication personnelle

MALCHAIRE, J., 1998. *Ambiances thermiques de travail*, Ministère fédéral de l'emploi et du travail, Bruxelles.

MALCHAIRE, J., éditeur. 1999. *Proceedings of Evaluation and control of warm working conditions*. Université Catholique de Louvain, Unité Hygiène et Physiologie du Travail. Barcelone, juin 1999.

NIOSH, 1976. *Survey of Environmental Parameter Sensors for a personal heat stress monitor*. U.S. Department of commerce, PB-274 771, Stanford Research Institute, Menlo Park, CA.

[http://weatheroffice.ec.gc.ca/canada\\_f.html](http://weatheroffice.ec.gc.ca/canada_f.html) Novembre 2005

<http://www.meteomedia.ca/> Novembre 2005.

## REMERCIEMENT

Les auteurs tiennent à remercier l'IRSST pour le support financier et spécialement Daniel Drolet pour le support dans le développement de l'outil informatique utilisé pour l'analyse des données.

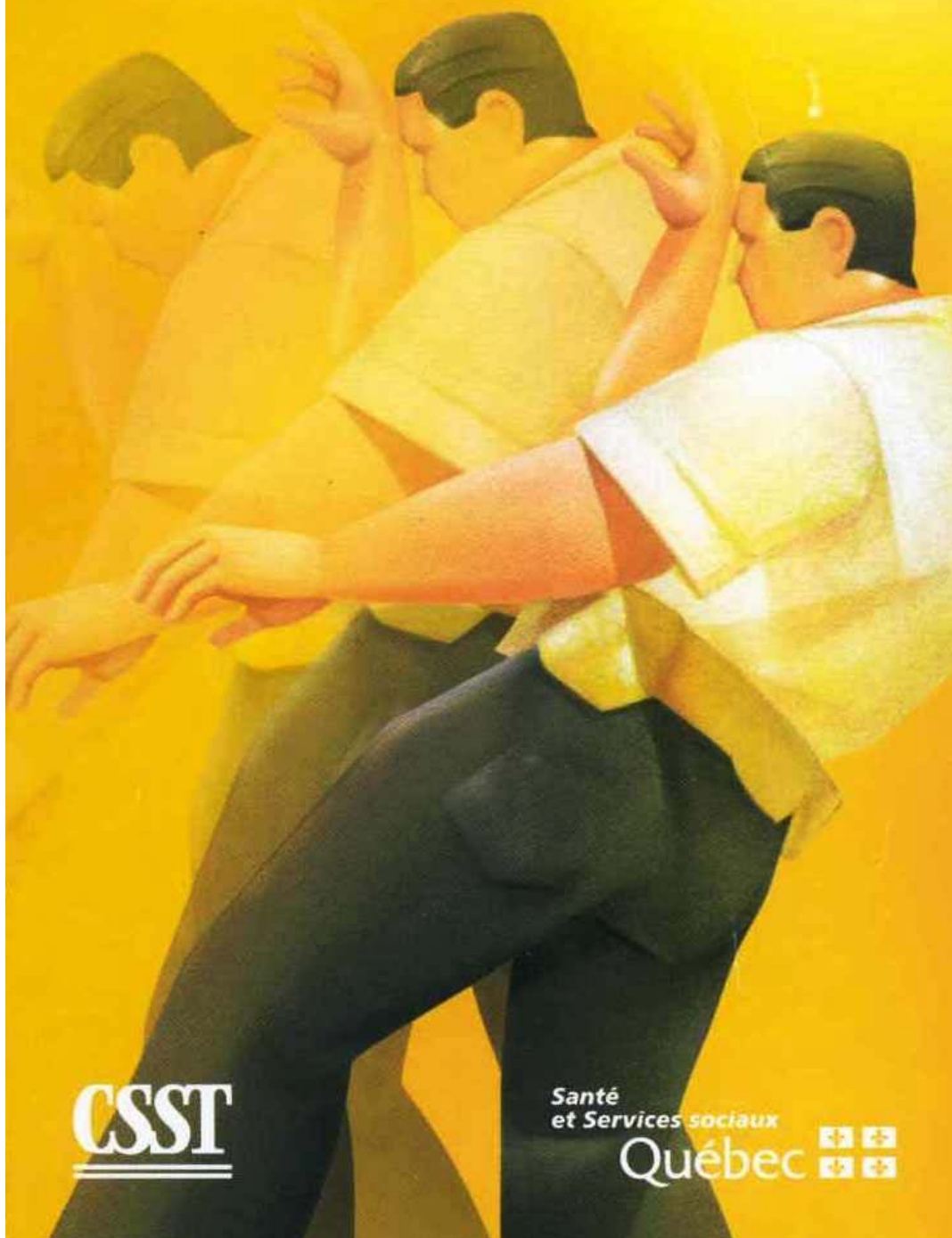


## **Annexe 1**

### **Guide de prévention des coups de chaleur**



# GUIDE DE PRÉVENTION DES COUPS DE CHALEUR




**CSST**

Santé  
et Services sociaux


Québec





## Victime d'un coup de chaleur

22 juin : un coup de chaleur met fin à la vie d'un ouvrier avant même sa troisième journée de travail. L'ouvrier empilait des planches en plein soleil pendant la canicule. Aucune mesure de prévention n'avait été appliquée. Il n'était pas acclimaté à la chaleur, n'avait reçu aucune formation sur les dangers du travail à la chaleur et n'avait pas bu assez d'eau. Personne autour de lui n'a reconnu les premiers signes d'un coup de chaleur. Quand il est arrivé à l'hôpital, sa température avait atteint 42 °C. Il est mort le lendemain.



## Décès d'un travailleur agricole

22 juin : un jeune agriculteur qui commençait sa saison de travail est décédé d'un coup de chaleur. Le jeune travailleur a été trouvé inconscient dans le bâtiment où il engrangeait du foin. L'effort qu'exige cette tâche, combiné à la chaleur accablante des trois derniers jours, a fait monter sa température au-dessus de 40 °C. Il est décédé le soir même.



## Décès d'un travailleur forestier

10 juin : la première canicule a causé la mort d'un débroussaillier qui venait tout juste de commencer sa saison de travail. Ce dernier portait un équipement de protection individuelle qui limitait l'évaporation de la sueur. Sa tâche exigeait un effort physique soutenu. Il n'avait pas bu assez d'eau. Quand il est arrivé à l'hôpital, sa température avait atteint 42 °C. C'était un coup de chaleur.

## **TRAVAILLER À LA CHALEUR... ATTENTION! ÇA PEUT ÊTRE DANGEREUX!**

Nous pouvons tous éprouver des problèmes de santé quand survient la saison chaude et plus particulièrement durant une canicule. La chaleur des premiers jours est plus difficile à supporter parce que notre corps a besoin de temps pour s'y habituer. C'est ce qu'on appelle s'acclimater.

Pour les travailleurs, la situation est encore plus difficile. Dans certaines conditions, ils risquent de subir un coup de chaleur mortel.

### **On peut prévenir les coups de chaleur !**

Le présent guide contient un outil qui permet d'évaluer le risque auquel les travailleurs sont exposés lorsqu'ils travaillent à la chaleur. Il propose ensuite une série de mesures à appliquer pour prévenir les coups de chaleur selon le niveau de risque obtenu.

Il traite également des mesures à prendre si un travailleur présente des symptômes ou un des signes de malaises causés par la chaleur.

## QU'EST-CE QU'UN COUP DE CHALEUR ?

Le coup de chaleur survient brusquement lorsque le corps ne réussit plus à se refroidir suffisamment. La température corporelle, normalement de 37 °C, ne cesse d'augmenter et atteint plus de 40 °C.

### Conditions augmentant le risque d'un coup de chaleur :

- Ne pas disposer d'eau à proximité.
- Travailler dans un endroit exposé au soleil ou sans circulation d'air.
- Effectuer une tâche qui exige des efforts physiques soutenus.
- Travailler sans relâche, sans prendre de pauses.
- Garder un rythme de travail rapide.
- Porter un vêtement qui ne permet pas l'évaporation de la sueur.
- Ne pas connaître le danger et les mesures de prévention à prendre en cas de travail à la chaleur.
- Ne pas tenir compte des symptômes et des signes annonçant un coup de chaleur.
- **Ne pas boire assez d'eau.**

## **LE RISQUE EST PLUS GRAND POUR LES TRAVAILLEURS :**

- qui sont en mauvaise condition physique;
- qui ont des antécédents médicaux;
- qui ont connu des problèmes de santé récents (diarrhée, fièvre, vomissements);
- qui prennent des médicaments, manquent de sommeil ou consomment de l'alcool;
- qui ne sont pas acclimatés à la chaleur.

**SOYEZ  
VIGILANTS**

## **VOUS POUVEZ PRÉVENIR LES COUPS DE CHALEUR**

Il suffit d'appliquer des mesures de prévention qui tiennent compte d'un ensemble de facteurs liés au climat, à l'organisation du travail, à la nature des tâches et à l'état de santé des travailleurs. Comment savoir quelles mesures conviennent à la situation ?

### **Évaluez le risque**

De façon générale, le risque augmente à mesure que la température de l'air, le taux d'humidité et le taux d'ensoleillement s'élèvent. Le risque est aussi plus grand pour les travailleurs qui fournissent un effort physique soutenu ainsi que pour les travailleurs qui ne sont pas encore acclimatés. Comment évaluer le risque ?

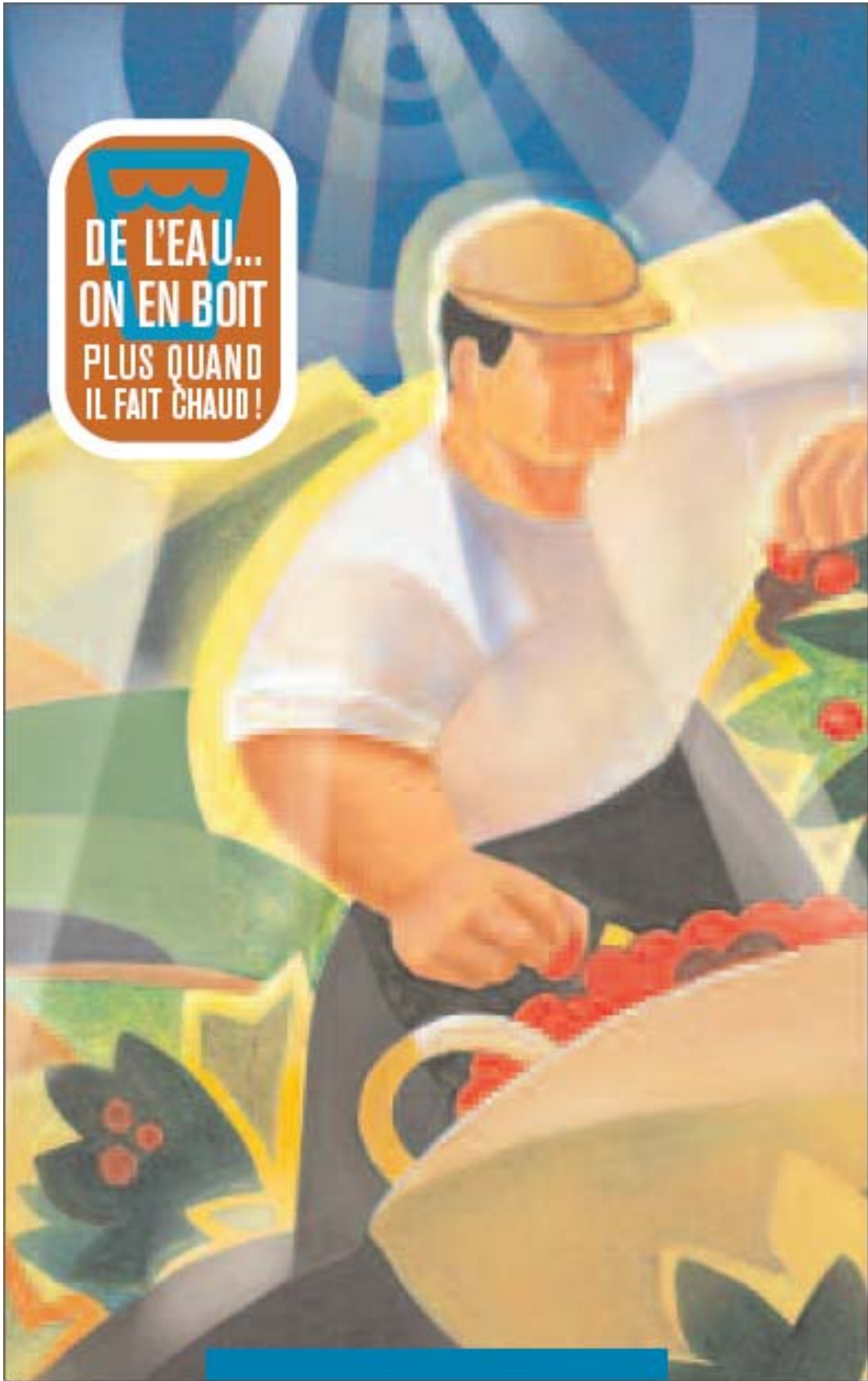
### **Servez-vous du tableau**

Ce tableau indique le niveau de risque auquel les travailleurs sont exposés, selon la température de l'air corrigée et le type de travail qu'ils effectuent. C'est simple et rapide !

### **Consultez les mesures préventives**

Les mesures de prévention proposées dans ce guide ont pour but de rendre les conditions de travail sécuritaires, quel que soit le risque évalué. Il faudra vous assurer que les mesures prises permettent de poursuivre les activités en toute sécurité.





T AIR CORRIGÉE	TRAVAIL LÉGER	TRAVAIL MOYEN	TRAVAIL LOURD	EAU
30,4 °C ou moins				
31,0 °C				
31,6 °C				
32,2 °C				
32,8 °C				1 verre toutes les 20 minutes
33,3 °C				
33,9 °C				
34,5 °C				
35,0 °C				
35,6 °C				
36,1 °C			*	
36,7 °C			*	
37,2 °C			*	
37,8 °C		*	**	
38,3 °C		*	**	
38,9 °C		**	***	
39,5 °C		**	***	1 verre toutes les 15 minutes
40,0 °C		***	***	
40,6 °C		***	***	
41,1 °C	*	***		
41,7 °C	**	***		1 verre toutes les 10 minutes
42,2 °C	**			
42,8 °C	***			
43,3 °C	***			
43,9 °C ou plus				

Tableau adapté du document *A Guide to Heat Stress in Agriculture*, EPA-OSHA, mai 1993.

\*Les astérisques indiquent que la durée des pauses augmente.

**LA ZONE VERTE** indique que le risque est faible. Mais attention! Vous devez quand même prendre certaines précautions.

**LA ZONE VERT PÂLE** indique que le risque est plus grand pour les travailleurs qui ne sont pas acclimatés à la chaleur. Ils peuvent poursuivre le travail, mais vous devez prendre des mesures additionnelles à celles prévues dans l'encadré vert foncé.

Habituellement, on considère qu'un travailleur n'est pas suffisamment acclimaté s'il s'agit de ses premières journées d'exposition à la chaleur, si c'est le début d'une canicule, s'il revient de vacances ou d'un congé de maladie ou s'il est nouvellement embauché.

**LA ZONE JAUNE** indique que le risque est de plus en plus grand et que d'autres mesures s'ajoutent à celles prises dans les encadrés verts.

**LA ZONE ROUGE** indique que le risque est très élevé et que vous devez appliquer des mesures préventives qui permettent de rendre les conditions de travail sécuritaires.

**LA ZONE BLEUE** indique la quantité d'eau qu'il faut boire.

Un verre = 250 ml (8 oz).

Ne jamais boire plus de 1,5 litre d'eau à l'heure.

## COMMENT UTILISER LE TABLEAU

### 1 Pour commencer, calculez la température de l'air corrigée.

(A) Prenez la température de l'air à l'ombre.

(B) Corrigez la température en fonction de l'humidité relative.

30 %	..... pas d'ajustement	70 %	..... ajoutez 6,4 °C
40 %	..... ajoutez 1,8 °C	80 %	..... ajoutez 7,7 °C
50 %	..... ajoutez 3,5 °C	90 %	..... ajoutez 8,9 °C
60 %	..... ajoutez 5 °C		

Si le taux d'humidité se situe entre deux valeurs, vous pouvez ajouter un facteur de correction intermédiaire. Par exemple, si le taux d'humidité est de 45 %, ajoutez 2,7 °C.

(C) Corrigez la température en fonction de l'ensoleillement.

Si il fait plein soleil (sans nuages) ..... ajoutez 5 °C

Si le ciel est partiellement couvert ..... ajoutez 2,7 °C

Si le travail se fait à l'ombre, le soir

ou à l'intérieur sans source de chaleur radiante ..... pas d'ajustement

(D) Corrigez la température en fonction de l'habillement.

Combinaison en coton (survêtement) ..... ajoutez 4,4 °C

*Cette correction n'est pas suffisante pour un vêtement imperméable.*

*Il faut surveiller le travailleur de près.*

### 2 Votre calcul (A+B+C+D) est fait? Trouvez le résultat dans le tableau.

Si il se situe entre deux chiffres, prenez le plus élevé.

### 3 Repérez dans le tableau le niveau de risque selon le type de travail accompli pendant une période d'une heure.

Le tableau vous propose trois types de travail : **léger** (faire fonctionner une machine), **moyen** (se déplacer en faisant des efforts de poussée et de levée), **lourd** (travailler au pic et à la pelle).

### 4 Consultez les mesures préventives associées à chaque couleur.

**Note.** – La température de l'air se mesure à l'ombre. L'humidité relative se mesure avec un hygromètre ou un psychromètre. Pour l'extérieur, ces données peuvent être obtenues du service météorologique régional, mais il est préférable de mesurer la température et l'humidité sur les lieux de travail.

## MISES EN GARDE IMPORTANTES

- Rappelez-vous que les réactions d'une personne à la chaleur peuvent varier d'une journée à l'autre et que personne ne réagit de la même façon. Fiez-vous à votre jugement et à votre expérience.
- Cet outil peut être utilisé à l'intérieur d'un bâtiment s'il n'y a pas de source de chaleur radiante (p. ex. : équipement dont les surfaces extérieures sont très chaudes). S'il y a une source de chaleur radiante, mieux vaut utiliser une autre méthode pour évaluer le risque.
- Le tableau sous-estime le risque dans les deux cas suivants :
  - à partir d'une température de l'air de 34 °C et si le taux d'humidité est d'au moins 70 % ;
  - lors d'un travail au soleil et s'il n'y a pas de circulation d'air.

### ATTENTION !

**Peu importe le résultat obtenu avec le tableau, le travailleur doit cesser son travail dès qu'il présente des symptômes ou un des signes de malaises causés par la chaleur.**

# MESURES PRÉVENTIVES

## Responsabilités de l'employeur

### ZONE VERTE

#### AVANT LES JOURNÉES CHAUDES

- 1 Préparer un plan d'action décrivant les mesures à prendre pendant les journées chaudes et tenant compte des conditions de travail (par exemple, les exigences de la tâche, l'équipement ou les vêtements portés).
- 2 Être organisé pour donner les premiers secours rapidement (système de communication, secouristes formés, entente avec un service d'urgence hospitalier, etc.).
- 3 Informer les travailleurs et les superviseurs des dangers, des conditions propices aux coups de chaleur, des mesures préventives, des symptômes et des signes à surveiller, ainsi que des soins à prodiguer en cas de malaises.

#### PENDANT LES JOURNÉES CHAUDES

- 4 Rappeler les mesures préventives aux travailleurs et aux superviseurs.
- 5 Évaluer le risque plusieurs fois par jour.
- 6 Fournir aux travailleurs de l'eau fraîche en quantité suffisante. S'assurer qu'ils y ont accès et qu'ils en boivent.
- 7 Interrompre immédiatement le travail d'une personne qui présente des symptômes ou seulement un signe de malaises dus à la chaleur. Prévenir le secouriste et revoir les mesures de prévention.

## **ZONE VERT PÂLE**

### **ATTENTION AUX TRAVAILLEURS NON ACCLIMATÉS!**

**Vous devez appliquer les mesures inscrites dans la zone vert pâle en plus de celles qui figurent dans la zone vert foncé seulement si les travailleurs ne sont pas acclimatés. On considère qu'il faut 5 jours à un travailleur pour être partiellement acclimaté, pourvu qu'il accomplisse une tâche dont les exigences sont les mêmes et que la chaleur reste constante. Après 5 jours, les mesures de la zone vert foncé devraient suffire à rendre le travail sécuritaire.**

- 8** Resserer la surveillance afin de reconnaître rapidement les symptômes et les signes de malaises.
- 9** Mettre en application une ou plusieurs des mesures de prévention suivantes :
  - ajuster le rythme de travail en fonction des conditions météorologiques, en tenant compte des capacités des travailleurs et de leur adaptation à la chaleur;
  - remettre à plus tard ou à une période plus fraîche de la journée les tâches ardues non essentielles;

**Si les travailleurs sont acclimatés, vous n'avez pas à appliquer les mesures de la zone vert pâle.**

## ZONE JAUNE

**Pour être en mesure de poursuivre les activités, vous devez rendre les conditions de travail sécuritaires. Commencez par appliquer les mesures indiquées au point 9 (zones vert pâle et jaune), puis réévaluez la situation. Le risque doit se situer dans les zones vertes, sinon vous devez aussi appliquer la mesure du point 10.**

### 9 (Suite)

- attribuer un travail plus léger;
- aménager des zones de travail et de repos à l'ombre, dans un endroit frais ou climatisé;
- effectuer une rotation des tâches;
- favoriser le travail en équipe;
- fournir des aides mécaniques à la manutention;
- utiliser un ventilateur pour créer un mouvement d'air en direction des travailleurs, si la température de l'air n'est pas trop élevée;
- évacuer la chaleur et la vapeur d'eau hors des bâtiments au moyen d'un système de ventilation et isoler les sources de chaleur radiante.

### 10 Accorder des pauses aux travailleurs toutes les heures et leur interdire de travailler seuls.

Les pauses doivent être de plus en plus longues à mesure que la température de l'air corrigée augmente. La pause peut être écourtée si elle est prise à l'ombre ou dans un endroit frais.



## ZONE ROUGE

Pour être en mesure de poursuivre les activités, vous devez immédiatement rendre les conditions de travail sécuritaires. Appliquez les mesures indiquées au point 9, puis réévaluez la situation. Le risque doit se situer dans les zones vertes si les travailleurs ne prennent pas de pauses, ou dans la zone jaune s'ils prennent une pause toutes les heures.

Servez-vous du tableau pour vérifier si les mesures prises rendent les conditions de travail sécuritaires.

### EXEMPLE :

Un travailleur doit exécuter une tâche ardue à l'extérieur, en plein soleil. La température de l'air corrigée est évaluée à 38 °C. En vous reportant au tableau, vous constatez qu'à cette température pour un travail « lourd » le risque se situe dans la zone jaune (\*\*).

Pour rendre les conditions de travail sécuritaires, vous décidez donc de reporter la tâche ardue à une période plus fraîche de la journée et d'affecter le travailleur à un travail moyen à l'abri du soleil. Après avoir appliqué ces mesures, vous réévaluez le risque. La température de l'air corrigée est maintenant de 33 °C et, comme le travail est « moyen », le risque se situe dans la zone vert foncé. Les mesures que vous avez prises ont donc réussi à rendre les conditions de travail sécuritaires.

Si ces mesures n'avaient pas suffi à faire passer le niveau du risque du jaune au vert foncé, vous auriez dû prendre d'autres mesures parmi celles proposées au point 9, ou encore accorder des pauses au travailleur, de préférence à l'ombre ou au frais.

# MESURES PRÉVENTIVES

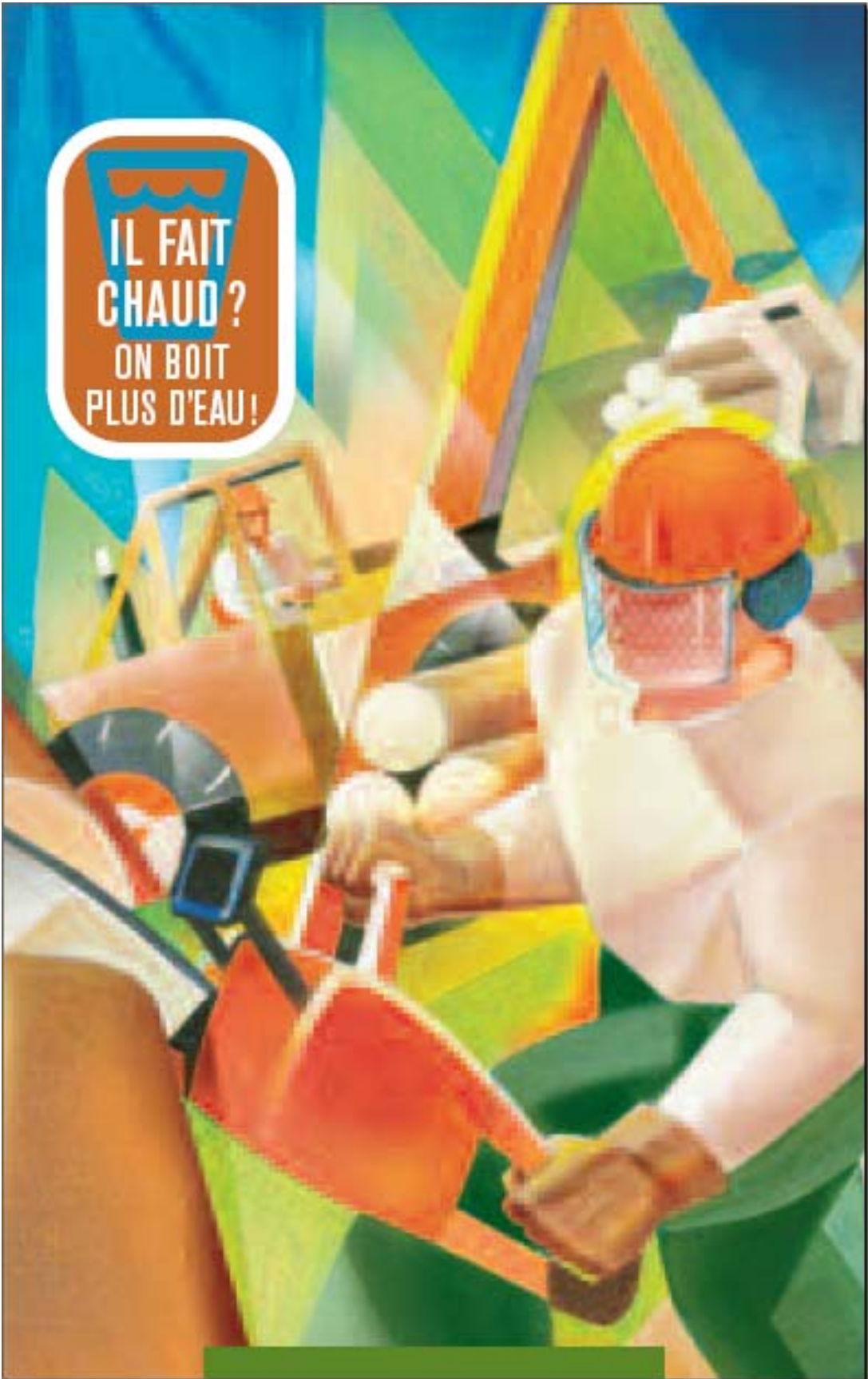
## Responsabilités du travailleur

### ZONE VERTE

- 1 Boire de l'eau fraîche en quantité suffisante à la fréquence indiquée dans le tableau, même s'il n'a pas soif. Boire également avant et après le travail de façon régulière; éviter l'alcool et le café. Étancher sa soif n'est pas suffisant quand on transpire beaucoup !
- 2 Porter, si possible, des vêtements légers, de couleur claire, qui permettent l'évaporation de la sueur.
- 3 Se couvrir la tête pour travailler à l'extérieur.
- 4 Surveiller ses réactions et celles de ses collègues pour déceler tôt les symptômes et les signes de malaises.
- 5 Signaler immédiatement aux collègues de travail, aux secouristes et au superviseur les comportements inhabituels d'un travailleur.
- 6 Cesser le travail aux premiers symptômes de malaises. Prévenir son superviseur ou le secouriste.
- 7 Redoubler de prudence en cas de problèmes de santé ou de prise de médicaments.

### ZONE VERT PÂLE

- 8 Ajuster son rythme de travail selon sa tolérance.
- 9 Prendre des pauses à l'ombre, dans un endroit frais ou climatisé.



## **SOYEZ ATTENTIFS AUX SYMPTÔMES ET AUX SIGNES QUI ANNONCENT UN COUP DE CHALEUR!**

Si le travailleur éprouve les symptômes suivants :

- crampes musculaires;
- frissons;
- mal de cœur;
- mal de ventre;
- étourdissements, vertiges;
- fatigue inhabituelle ou malaise généralisé;
- mal de tête;

**Il doit immédiatement prévenir son superviseur ou un secouriste. Il doit se reposer à l'ombre ou dans un endroit frais sous surveillance et boire de l'eau jusqu'à récupération complète.**

S'il ne récupère pas complètement ou qu'il présente un des signes d'atteinte grave suivants :

- confusion;
- incohérence des propos;
- agressivité, comportement bizarre (comme s'il était drogué);
- perte d'équilibre;
- perte de conscience;
- vomissements;

**Il y a URGENCE MÉDICALE!**

**Intervenez tout de suite! Traitez le malade comme s'il subissait un coup de chaleur.**

## Quoi faire si vous pensez qu'il s'agit d'un coup de chaleur ?

1. Alertez les premiers secours : les secouristes en milieu de travail et le service 911.
2. Transportez la personne à l'ombre ou dans un endroit frais. Ôtez-lui ses vêtements.
3. Aspergez son corps d'eau.
4. Faites le plus de ventilation possible.
5. Donnez-lui de l'eau fraîche en petites quantités **si la personne est consciente et lucide.**

Le secouriste pourrait constater que la température corporelle du travailleur est élevée, sa respiration anormale et son pouls rapide.

**Vous trouverez aussi ce guide  
dans le site Web  
[www.csst.qc.ca](http://www.csst.qc.ca).**

Ce document a été préparé par la Direction de la prévention-inspection de la CSST en collaboration avec la Direction des communications.

Nous remercions de leur contribution les membres du comité provincial sur les contraintes thermiques et les directions de santé publique.

Illustrations : François Couture

© Commission de la santé et de la sécurité  
du travail du Québec

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2004  
ISBN 2-550-42271-6



[www.csst.qc.ca](http://www.csst.qc.ca) :  
une adresse branchée  
sur vos besoins !

La prévention,  
j'y travaille  
depuis 25!  
ans

QC 200-16184-1 (05-06)