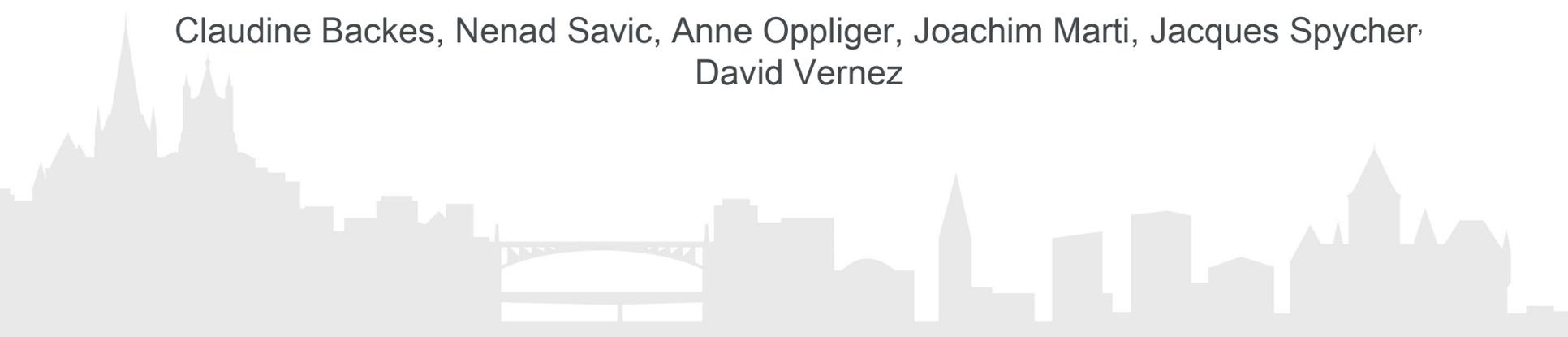


# Prevention du stress thermique chez les travailleurs en extérieur

*Lausanne, 23 juin 2023*

Claudine Backes, Nenad Savic, Anne Oppliger, Joachim Marti, Jacques Spycher,  
David Vernez



**Durée et la fréquence des vagues de chaleur  
augmentent**

**6% des travailleurs EU déclarent être exposés tout le  
temps**

**23% des travailleurs EU déclarent être exposés >1/4 du  
temps**



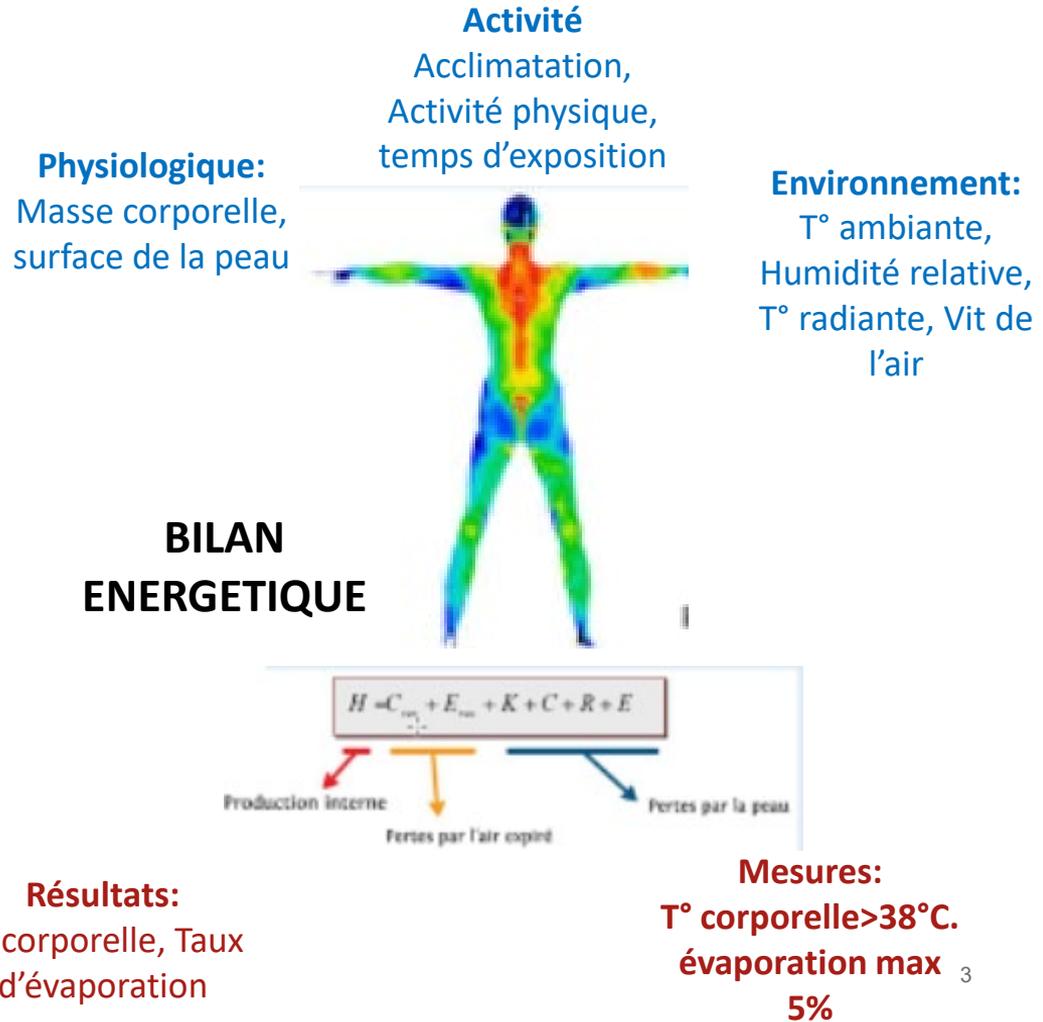
# Stress thermique

= Contrainte thermique

Accumulation de chaleur du corps humain ne permettant plus de maintenir 37°C, essentielle pour l'organisme.

- Fatigue
- Crampes
- Epuisement
- Syncope
- Coup de chaleur - Décès

unisanté



## Travailleurs en extérieur

### Effets sur la santé

- Varie selon individu et environnement
- Travailleurs sur site de construction à très haut risque

### Impact économique

- Perte de productivité
- Blessures, inconfort, heures de travail perdues



# Normes internationales ISO

## Wet-Bulb-Globe-Temperature (WBGT)

L'échange de chaleur influencé par:

- Température de l'air ( $T_a$ )
- Humidité relative (HR)
- Rayonnement solaire ( $T_r$ )
- Vitesse de l'air ( $V_s$ )



ISO 7243:2017 Ambiances chaudes - Estimation de la contrainte thermique de l'homme au travail, basée sur l'indice WBGT (température humide et de globe noir)

unisanté

## Détermination du métabolisme énergétique

Classes	Exemples	Métabolisme énergétique [W]	
0	Repos	Être assis	115
1	Faible	Percer, fraiser	180
2	Modérée	Plâtrage	300
3	Elevée	Pelletage	415
4	Très élevée	Monter des escaliers, excavation à rythme intensif	520

ISO 8996:2021- Ergonomie de l'environnement thermique — Détermination du métabolisme énergétique

# Normes internationales ISO

Valeurs de référence de l'indice WBGT pour des personnes acclimatées et non acclimatées à la chaleur pour cinq classes de métabolisme énergétique

Métabolisme énergétique (classe) (voir le <a href="#">Tableau E.1</a> pour une description)	Métabolisme énergétique W	Limite de référence de l'indice WBGT pour des personnes acclimatées à la chaleur °C	Limite de référence de l'indice WBGT pour des personnes non acclimatées à la chaleur °C
Classe 0 Métabolisme énergétique au repos	115	33	32
Classe 1 Métabolisme énergétique faible	180	30	29
Classe 2 Métabolisme énergétique modéré	300	28	26
Classe 3 Métabolisme énergétique élevé	415	26	23
Classe 4 Métabolisme énergétique très élevé	520	25	20

Les valeurs pour WBGT<sub>eff</sub> données dans ce tableau sont fournies à des fins d'harmonisation avec les normes nationales existantes. Ces normes devant être révisées ultérieurement, les valeurs de la [Figure A.1](#) ou des équations correspondantes peuvent être prises en compte. Les valeurs plus récentes varieront généralement de  $\pm 1$  °C.

ISO 7243:2017 Ambiances chaudes - Estimation de la contrainte thermique de l'homme au travail, basée sur l'indice WBGT (température humide et de globe noir)

# Mesures de terrains - construction

## Méthode

- Observations
- Questionnaires
- Mesures WBGT

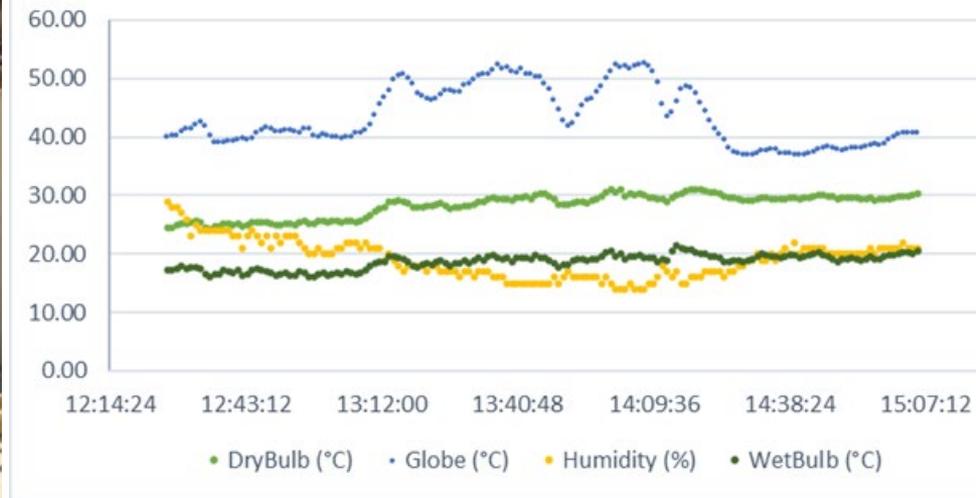


QUESTIONNAIRE

## Résultats

- Différents types d'activités selon chantiers
- Température fortement dépendante de la situation locale et de l'activité physique
- Les habits de protection et heures de travail non spécifiques selon la saison
- Pas d'ombre naturel sur site (Adaptation COVID)
- Tâches les plus exposées au risque de stress thermique:
  - P.ex.: Ferblanterie, coulage de béton, finition du toit, travail sous la charpente, travail dans la fosse, préparation de coffrage pour dalles de béton

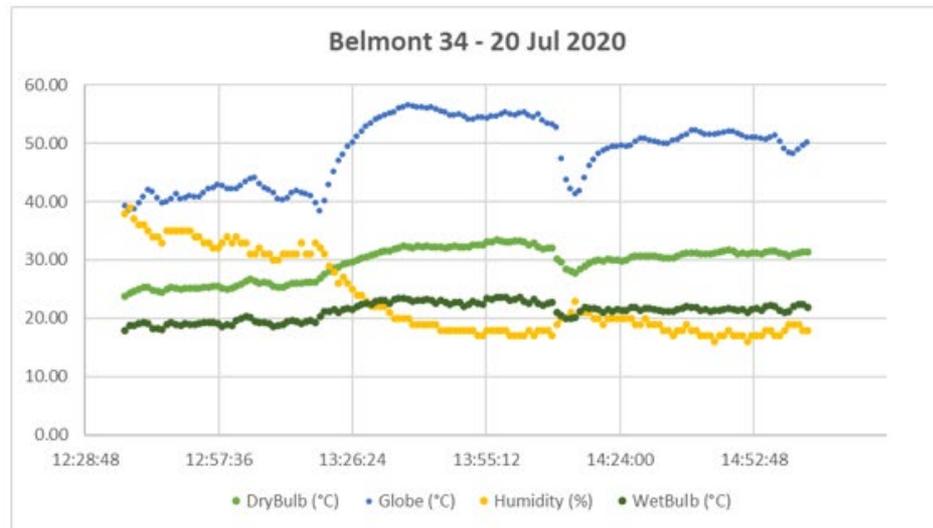
# Mesures de terrain - WBGT



Température de l'air (en vert clair),  
Température de globe (en bleu),  
l'humidité relative (en jaune) et  
WBGT (en vert foncé).

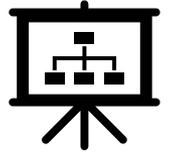
# Mesures de terrain - WBGT

Bétonnage (13:15-14:00), avant mesures ambiantes



Température de l'air (en vert clair),  
Température de globe (en bleu),  
l'humidité relative (en jaune) et  
WBGT (en vert foncé).

# Modélisation – Model physiologique



## But

- Identification des paramètres à risques à modifier
- Déterminer la durée maximale d'exposition

## Méthode



Modèle physiologique qui permet d'estimer la température du corps  $> 38^{\circ}\text{C}$  selon la situation

*Norme ISO 7933: 2018* – Ergonomie des ambiances thermiques – Détermination analytique et interprétation de la contrainte thermique fondées sur le calcul de l'astreinte thermique prévisible

# Modélisation – Model physiologique

## Méthode

1. Simplification du codage et de l'interface d'utilisation
2. Données MétéoSuisse (2018-2019)
3. Analyse statistique

## Résultats

Paramètres les plus importants:

- Température de l'air,
- Température de globe
- Activité physique



3 paramètres simple d'accès pour estimer le «cut-off» durée d'exposition  
(time to risk)

# Modèle physiologique

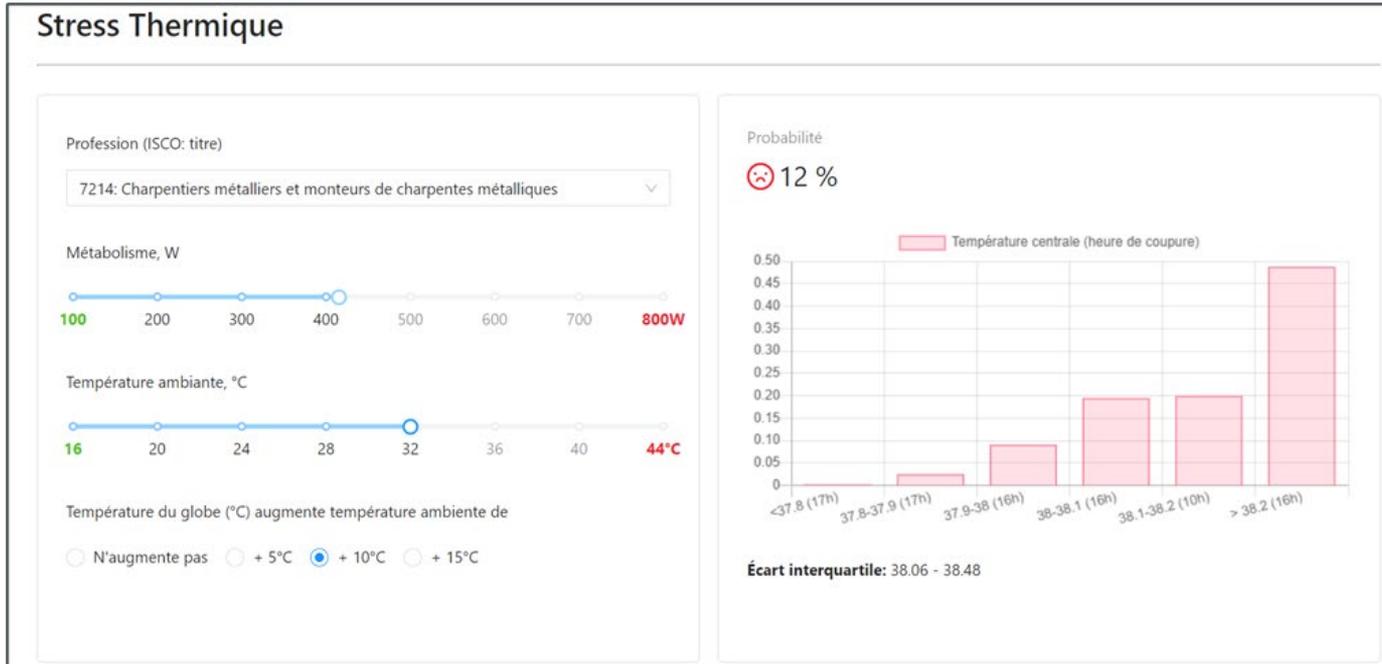


- Estime à quelle moment (temps  $t$ )  $38^{\circ}\text{C}$  est atteint

Résultats préliminaires (mois d'été):

- Pour une augmentation de la température de  $1\text{-}2^{\circ}\text{C}$ , la durée jusqu'au cut-off est réduite de 1h pour certains types d'activité

# Modèle physiologique



# Modèle physiologique



## Comparaison du modèle caniculaire et physiologique à la norme internationale ISO 7933

	Canicule	Complet	M+Ta+Tr	M+Ta
Faux positifs	12%	5%	5%	6%
Faux négatifs	15%	3%	3%	6%
Bonne prédiction	73%	92%	92%	88%

M: Activité physique, Ta: Temp de l'air, Tr: Température radiante moyenne

# Recommandations

## Mesures préventives :

- Hydratation
- Vigilance particulière pour activités métaboliques élevées
- Acclimatation progressive dépendant des circonstances (p.ex. : retour de vacances, maladie, canicule)
- Organiser le travail différemment (fréquences des pauses, type de travail, horaires)
- Offrir des ombrages, des protections contre la réflexion du soleil sur le sol



# Recommandations

## Outil d'alerte

intégrant le type **d'activité physique (M)** et des éléments liés à l'**irradiance direct** (ombrage, présence d'une source de chaleur locale), permet:

de réduire le nombre de **faux positifs et faux négatifs**



Prévention plus ciblée

**App** grand public destinée aux travailleurs et chefs de chantier  
ou

Introduction dans **outil centralisée**



# Remerciements



## MétéoSuisse

unisanté

## SUVA

- [https://www.suva.ch/fr-ch/prevention/par-danger/materiaux-rayonnements-et-situations-a-risque/protection-contre-le-soleil-la-chaueur-et-lozone?sc\\_lang=fr-ch&lang=fr-CH#state=%5Banchor-82D692DD-AC61-4A10-82C2-40D9D3CF7B31%5D](https://www.suva.ch/fr-ch/prevention/par-danger/materiaux-rayonnements-et-situations-a-risque/protection-contre-le-soleil-la-chaueur-et-lozone?sc_lang=fr-ch&lang=fr-CH#state=%5Banchor-82D692DD-AC61-4A10-82C2-40D9D3CF7B31%5D)

## Office fédéral de la santé publique (OFSP)

- <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/das-bag/publikationen/broschueren/broschueren-poster-klimawandel-gesundheit/flyer-hitzetage-3-regeln.html>

## EU Project: Heat-Shield

- <https://cordis.europa.eu/article/id/442736-important-light-on-the-effects-of-heat-exposure-on-industrial-workers-productivity/fr>

# STRESS THERMIQUE DANS LA CONSTRUCTION

Comment rester productif et en sécurité en cas de chaleur



Utilisez ces **mesures** pour se protéger de la chaleur

## PLAN DE PROTECTION THERMIQUE



Faites attention aux bulletins météo et préparez-vous avant que les conditions extrêmes arrivent

## FAIRE DES PAUSES



De petites pauses (ex. 2-5 minutes toutes les heures) réduit les risques pour la santé sans affecter la productivité

## HYDRATEZ-VOUS



Assurez un accès facile à l'eau potable à tout moment en utilisant des stations d'eau, des bouteilles, etc.

## REORGANISEZ LE TRAVAIL



Effectuez des travaux extérieurs et/ou intense pendant les périodes les plus fraîches de la journée

## OPTIMISER L'HABILLEMENT



Quand vous êtes dehors, mettez un casque et des vêtements de protection amples, légers et à manches longues en tissus respirable

## Lorsque vous travaillez dans des conditions chaudes,

vous êtes plus susceptible de souffrir de chaleur ou d'accidents du travail  
votre capacité mentale et votre productivité est réduite de plus de 15%

## Votre risque est élevé si...

vous travaillez à l'extérieur, à proximité de machines chaudes ou en cas de travail intense  
vous avez un accès limité à l'eau



Financé par la convention No 66878  
de subvention EU Horizon 2020



12,1%

unisanté

MERCI

[Claudine.Backes@unisante.ch](mailto:Claudine.Backes@unisante.ch)

A light gray silhouette of a city skyline is positioned at the bottom of the slide. It features various building shapes, including a prominent church with a tall spire on the left, and a bridge with two arches in the center.