NORME INTERNATIONALE

ISO 18640-2

Première édition
2018-05

Vêtements de protection pour sapeurs-pompiers — Impact physiologique —

Partie 2: Détermination de la charge thermo physiologique provoquée par les vêtements de protection portés par les sapeurs-pompiers

Protective clothing for firefighters — Physiological impact —

Part 2: Determination of physiological heat load caused by protective clothing worn by firefighters

Numéro de référence
ISO 18640-2:2018(F)

© ISO 2018



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **iv**
Introduction ..... **v**
1 Domaine d'application **1**
2 Références normatives **1**
3 Termes et définitions **2**
4 Symboles et abréviations **3**
5 Méthode d'évaluation **3**
5.1 Généralités 3
5.2 Scénarios de lutte contre l'incendie 3
5.2.1 Scénario normalisé pour mesurages sur THS 4
5.3 Mesurage sur THS 4
5.3.1 Généralités 4
5.3.2 Appareillage et logiciel 4
5.3.3 Flux thermique 4
5.3.4 Correction de la couche drainante 5
5.3.5 Diffusion par la peau ($\boldsymbol{E}_{sk}$) 6
5.3.6 Échange de données avec le modèle physiologique 6
5.3.7 Maîtrise du mesurage 6
6 Mesurage **7**
6.1 Généralités 7
6.2 Mesurage sur THS 7
6.2.1 Préparation de l'essai 7
6.2.2 Paramétrage du logiciel 7
6.2.3 Échantillonnage et éprouvettes 7
6.2.4 Mode opératoire de mesure 8
6.2.5 Évaluation des données 8
7 Rapport d'essai **8**
7.1 Généralités 8
7.1.1 Identification de l'éprouvette 9
7.1.2 Conditions de mesure 9
7.1.3 Résultats du mesurage sur THS 9
7.2 Paramètres physiologiques prédits 9
7.3 Contenu du rapport d'essai 9
Annexe A (normative) **Simulateur thermo-physiologique humain (THS) à un seul secteur** **10**
Annexe B (informative) **Exemple de protocole de mesure selon l'ISO 18640-2** **14**
Annexe C (informative) **Scénarios d'essai et limites du système** **15**
Bibliographie **17**

© ISO 2018 – Tous droits réservés

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 94, *Sécurité individuelle — Vêtements et équipements de protection*, sous-comité SC 14, *Équipements individuels pour les sapeurs-pompiers*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 18640 se trouve sur le site web de l'ISO.

© ISO 2018 – Tous droits réservés

Introduction

Les vêtements de protection pour la lutte contre les feux (de structure) peuvent avoir de sérieux effets physiologiques[1),2)] sur l'utilisateur et de sérieuses conséquences sur la condition physique aigüe de l'utilisateur pendant les activités entraînant une augmentation de la production de chaleur métabolique[3][4]. Les vêtements de protection empêchent l'échange de chaleur par évaporation de la sueur, et, par conséquent, le maintien d'une température corporelle centrale constante et d'une homéostasie thermique est perturbé. Ce phénomène peut augmenter le risque de stress thermique et avoir par la suite une incidence sur la distance et la durée sur lesquelles les sapeurs-pompiers peuvent travailler en toute sécurité. En cas d'identification de ce phénomène lors d'une appréciation du risque, il est important d'obtenir les paramètres physiologiques (thermiques) pour s'assurer de l'adéquation des vêtements de protection choisis dans les conditions d'utilisation prévues. L'évaluation de l'effet physiologique des vêtements de protection fournit des informations importantes sur les conséquences pour les individus effectuant des tâches différentes dans diverses conditions environnementales. Dans l'ISO 18640-1, les paramètres physiques pertinents des vêtements de protection sont mesurés à l'aide d'un torse transpirant. Les mesurages normalisés sur torse transpirant fournissent des paramètres physiques concernant le transfert combiné et complexe de chaleur et d'humidité (ISO 18640-1). Grâce au couplage du torse transpirant avec un modèle mathématique pour les réactions thermo-physiologiques, l'effet thermo-physiologique des vêtements de protection est estimé, et la durée maximale d'exposition dans des conditions environnementales définies et un protocole d'activités défini sont prédits par des mesurages sur simulateur thermique humain (THS).

Le présent document a pour objectif de prendre en compte les aspects de performance des vêtements de protection qui ne peuvent pas être déterminés par les essais décrits dans d'autres normes. Le but du présent document est de quantifier l'effet thermo-physiologique des vêtements de protection pour la lutte contre les feux (de structure) dans des conditions d'exposition pertinentes. Le présent document fournit les informations de base pour la spécification d'un niveau minimal d'exigences de performance durant des scénarios définis de lutte contre l'incendie pour les vêtements de protection pour sapeurs-pompiers évalués, par le calcul de la durée de travail maximale admissible afin d'éviter les coups de chaleur.

NOTE La méthode permet de caractériser l'effet thermo-physiologique pour différents niveaux de complexité. Cela comprend la caractérisation des ensembles d'EPI uniques (mode opératoire normalisé) ainsi que la caractérisation d'ensembles de vêtements de protection incluant des sous-vêtements et des vêtements de protection, des couches d'air ou des caractéristiques de conception d'ensembles de vêtements de protection (par exemple poches, bandes réfléchissantes) en tant que modes opératoires facultatifs[3)].

1) Nunneley (1989) a fait état d'une charge physiologique importante due aux vêtements de protection portés par l'utilisateur, à la fois sous forme d'augmentation du métabolisme énergétique et de réduction de la dissipation thermique.

2) Taylor (2012) a montré que l'influence relative des vêtements sur le coût en oxygène était au moins trois fois plus élevée que celle de l'appareil de protection respiratoire.

3) Cette liste de modes opératoires normalisés et de modes opératoires facultatifs constitue une première proposition en vue de l'établissement des priorités. L'expressivité des différents niveaux de complexité pour la caractérisation de l'effet thermo-physiologique doit faire l'objet d'une étude ultérieure. Les résultats seront présentés lors de la prochaine consultation.

© ISO 2018 – Tous droits réservés

Vêtements de protection pour sapeurs-pompiers — Impact physiologique —

Partie 2:
Détermination de la charge thermo physiologique provoquée par les vêtements de protection portés par les sapeurs-pompiers

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode d'évaluation de l'effet thermo-physiologique d'ensembles d'étoffes de protection et potentiellement d'ensembles de vêtements de protection au cours d'une activité simulée dans des conditions définies pertinentes pour les sapeurs-pompiers.

Le présent document est destiné à être utilisé pour évaluer l'effet thermo-physiologique d'ensembles d'étoffes de protection et potentiellement d'ensembles de vêtements de protection, mais pas le risque de contrainte thermique dû à des conditions réelles d'incendie. Les résultats obtenus grâce à cette méthode d'essai peuvent être utilisés comme des éléments de caractérisation et de comparaison de l'effet thermo-physiologique de divers types d'ensembles d'étoffes de protection et potentiellement d'ensembles de vêtements de protection.

Des mesurages par défaut sont effectués sur des échantillons d'étoffe représentant le vêtement ou la combinaison de vêtements de protection. En option et en plus de la méthode d'essai normalisée, il est possible d'appliquer le même protocole d'essai pour caractériser des ensembles de vêtements de protection incluant des sous-vêtements, des couches d'air et certaines caractéristiques de conception[4)]. De plus, des mesurages sur des vêtements prêt-à-porter sont possibles en option.

NOTE Les méthodes d'évaluation actuellement utilisées sont validées uniquement pour les vêtements de protection pour la lutte contre les feux de structure.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 11092, *Textiles — Effets physiologiques — Mesurage de la résistance thermique et de la résistance à la vapeur d'eau en régime stationnaire (essai de la plaque chaude gardée transpirante)*

ISO 18640-1, *Vêtements de protection pour sapeurs-pompiers — Effet physiologique — Partie 1: Mesurage du transfert couplé de chaleur et d'humidité à l'aide du torse transpirant*

4) Une étude menée à l'Empa (Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche, Suisse) a révélé une bonne corrélation entre les résultats des essais normalisés sur torse (sans sous-vêtements ni couches d'air sur les étoffes) et ceux des essais effectués sur des étoffes avec sous-vêtements, des essais effectués sur des étoffes avec sous-vêtements et couches d'air et de l'essai effectué sur des vêtements prêt-à-porter (avec sous-vêtements et avec ou sans couches d'air) composés des mêmes matériaux. Du fait de la différence d'isolation thermique des systèmes, une comparaison directe des résultats n'est pas possible.

© ISO 2018 – Tous droits réservés

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 18640-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse https://www.iso.org/obp

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse http://www.electropedia.org/

3.1
température corporelle centrale
T_{co}
température des tissus profonds du corps humain

3.2
scénario de lutte contre l'incendie
ensemble de conditions environnementales, d'une charge de travail définie et d'une durée d'exposition définie, pertinent pour une tâche des sapeurs-pompiers

3.3
fréquence cardiaque
nombre de battements du cœur par unité de temps

Note 1 à l'article: La fréquence cardiaque est généralement exprimée par minute.

3.4
stockage thermique
accumulation de chaleur dans le corps influencée par la chaleur métabolique produite, l'apport de chaleur externe et la chaleur dissipée du corps

3.5
durée de travail maximale admissible
MAWD
valeur calculée à partir d'une simulation thermo-physiologique (mesurage sur THS), prédisant le temps nécessaire pour atteindre une contrainte thermique sur la base des définitions du présent document

Note 1 à l'article: Voir également l'Annexe A.

Note 2 à l'article: Cette valeur est donnée en minutes.

3.6
température cutanée moyenne
$T_{m,sk}$
température moyenne de la surface externe du corps (humain), mesurée en plusieurs endroits de la peau

3.7
diffusion par la peau
E_{sk}
perte de chaleur par évaporation due à la transpiration cutanée insensible et devant être fournie pour les mesurages sur THS

3.8
torse transpirant
appareillage d'essai cylindrique vertical, simulant le tronc humain, avec des gardes thermiques aux extrémités supérieure et inférieure comme défini dans l'ISO 18640-1

© ISO 2018 – Tous droits réservés

3.9
débit sudoral
quantité d'humidité perspirée par unité de temps à la surface du torse

Note 1 à l'article: Le terme «débit sudoral» est également utilisé pour désigner la réaction physiologique du corps humain à des niveaux élevés de métabolisme énergétique et/ou d'activité, lors du port de vêtements de protection ayant une isolation thermique élevée.

3.10
mesurage sur simulateur thermique humain
THS
mesurage sur le torse transpirant selon l'ISO 18640-1, durant lequel le dispositif est couplé à un modèle physiologique validé

Note 1 à l'article: Les cas d'essai et les exigences de validation du modèle physiologique sont indiqués en A.3.

3.11
température de surface du torse
température moyenne à la surface de la zone de mesure (0,43 m^2) du torse

4 Symboles et abréviations

Pour les besoins du présent document, les symboles et abréviations suivants s'appliquent, en complément des termes et définitions donnés dans l'ISO 18640-1.

C_{sk}	Correction de la couche drainante
E_{sk}	Diffusion par la peau
MAWD	Durée de travail maximale admissible (en minutes)
$T_{m,sk}$	Température cutanée moyenne, en °C
T_{co}	Température corporelle centrale, en °C

5 Méthode d'évaluation

5.1 Généralités

Les paramètres physiques fondés sur les propriétés thermiques des vêtements de protection, obtenus par des mesurages normalisés sur torse, ne contiennent pas d'informations directes sur l'effet thermo-physiologique sur l'utilisateur pour divers scénarios de lutte contre l'incendie. Les données physiologiques sont obtenues par le biais de mesurages fondés sur le couplage du système de torse transpirant avec un modèle physiologique tel que décrit dans le présent document.

Les résultats de ces mesurages sont utilisés pour prédire la durée de travail maximale admissible (MAWD) en fonction des caractéristiques thermiques et des propriétés de contrôle de l'humidité de l'assemblage de vêtements de protection soumis à essai. Ce mode opératoire a été validé sur la base d'essais sur des sujets humains (voir Annexe A).

5.2 Scénarios de lutte contre l'incendie

Les sapeurs-pompiers sont confrontés à diverses tâches et défis. Par conséquent, de nombreux scénarios doivent être pris en considération. Pour garantir un niveau maximal de comparabilité, un scénario modéré applicable à un large panel de vêtements de protection couvrant la lutte contre l'incendie, a été défini. Les informations de base et le raisonnement, et la pertinence pour la présente norme sont décrits à l'Annexe C.

© ISO 2018 – Tous droits réservés