



WITHDRAWAL

December 2022

Workwear for protection against hydrocarbon flash fire and optionally steam and hot fluids

This CGSB Standard is hereby withdrawn due to limited use and support for its revision.

The Standards Council of Canada requires that accredited Standards Development Organizations, such as the CGSB, regularly review a consensus Standard to determine whether to reapprove, revise or withdraw. The review cycle is normally five years from the publication date of the latest edition of the Standard. CGSB retains the right to develop new editions at a future date.

The information contained in the standard was originally developed pursuant to a voluntary standards development initiative of CGSB. The information contained therein may no longer represent the most current, reliable, and/or available information on this subject. CGSB hereby disclaims any and all claims, representation or warranty of scientific validity, or technical accuracy implied or express respecting the information therein contained. CGSB shall not take responsibility nor be held liable for any errors, omissions, inaccuracies or any other liabilities that may arise from the provision or subsequent use of such information. This standard is to be referred to for archival purposes only as the content has been repealed as of the date on this withdrawal notice.

RETRAIT

Décembre 2022

Vêtements de travail de protection contre les feux à inflammation instantanée causés par des hydrocarbures et facultativement contre la vapeur et les liquides chauds

Cette norme de l'ONGC est, par le présent avis, retirée en raison de son utilisation limitée et du manque de support pour sa révision.

Le Conseil canadien des normes exige que les organismes accrédités d'élaboration de normes, tel que l'ONGC, effectuent régulièrement un examen des normes consensuelles afin de déterminer s'il y a lieu d'en renouveler l'approbation, de les réviser ou de les retirer. Le cycle d'examen d'une norme est généralement de cinq ans à partir de la date de publication de la dernière édition de celle-ci. L'ONGC se réserve le droit d'élaborer de nouvelles éditions à une date ultérieure.

L'information contenue dans cette norme a été élaborée initialement en vertu d'une initiative volontaire d'élaboration de normes de l'ONGC. Elle peut ne plus représenter l'information disponible et/ou l'information la plus actuelle ou la plus fiable à ce sujet. L'ONGC décline par la présente toute responsabilité à l'égard de toute affirmation, déclaration ou garantie de validité scientifique ou d'exactitude technique implicite ou explicite relative à l'information contenue dans cette norme. L'ONGC n'assumera aucune responsabilité et ne sera pas tenu responsable quant à toute erreur, omission, inexactitude ou autre conséquence pouvant découler de la fourniture ou de l'utilisation subséquente de cette information. Cette norme doit être consultée à des fins archivistiques seulement puisque son contenu a été révoqué à la date du présent avis de retrait.



Gouvernement
du Canada

Government
of Canada

Office des normes
générales du Canada

Canadian General
Standards Board

CAN/CGSB-155.20-2017

Remplace CAN/CGSB-155.20-2000
Rectificatif N° 1, août 2019

Norme nationale du Canada



Vêtements de travail de protection contre les feux à inflammation instantanée causés par des hydrocarbures et facultativement contre la vapeur et les liquides chauds

Office des normes générales du Canada 



Conseil canadien des normes
Standards Council of Canada

Canada 

Expérience et excellence
Experience and excellence



La présente norme a été élaborée sous les auspices de l'OFFICE DES NORMES GÉNÉRALES DU CANADA (ONGC), qui est un organisme relevant de Services publics et Approvisionnement Canada. L'ONGC participe à la production de normes facultatives dans une gamme étendue de domaines, par l'entremise de ses comités des normes qui se prononcent par consensus. Les comités des normes sont composés de représentants des groupes intéressés aux normes à l'étude, notamment les producteurs, les consommateurs et autres utilisateurs, les détaillants, les gouvernements, les institutions d'enseignement, les associations techniques, professionnelles et commerciales ainsi que les organismes de recherche et d'essai. Chaque norme est élaborée avec l'accord de tous les représentants.

Le Conseil canadien des normes a conféré à l'ONGC le titre d'organisme d'élaboration de normes nationales. En conséquence, les normes que l'Office élabore et soumet à titre de Normes nationales du Canada se conforment aux critères et procédures établis à cette fin par le Conseil canadien des normes. Outre la publication de normes nationales, l'ONGC rédige également des normes visant des besoins particuliers, à la demande de plusieurs organismes tant du secteur privé que du secteur public. Les normes de l'ONGC et les normes nationales de l'ONGC sont conformes aux politiques énoncées dans le Manuel des politiques et des procédures pour l'élaboration et le maintien des normes de l'ONGC.

Étant donné l'évolution technique, les normes de l'ONGC font l'objet de révisions périodiques. L'ONGC entreprendra le réexamen de la présente norme dans les cinq années suivant la date de publication. Toutes les suggestions susceptibles d'en améliorer la teneur sont accueillies avec grand intérêt et portées à l'attention des comités des normes concernés. Les changements apportés aux normes font l'objet de modificatifs distincts ou sont incorporés dans les nouvelles éditions des normes.

Une liste à jour des normes de l'ONGC comprenant des renseignements sur les normes récentes et les derniers modificatifs parus, et sur la façon de se les procurer figure au Catalogue de l'ONGC disponible sur notre site Web — www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/ongc-cgsb/index-fra.html ainsi que des renseignements supplémentaires sur les produits et les services de l'ONGC.

Même si l'objet de la présente norme précise l'application première que l'on peut en faire, il faut cependant remarquer qu'il incombe à l'utilisateur, au tout premier chef, de décider si la norme peut servir aux fins qu'il envisage.

La mise à l'essai et l'évaluation d'un produit en regard de la présente norme peuvent nécessiter l'emploi de matériaux ou d'équipement susceptibles d'être dangereux. Le présent document n'entend pas traiter de tous les aspects liés à la sécurité de son utilisation. Il appartient à l'utilisateur de se renseigner auprès des autorités compétentes et d'adopter des pratiques de santé et de sécurité conformes aux règlements applicables avant de l'utiliser. L'ONGC n'assume ni n'accepte aucune responsabilité pour les blessures ou les dommages qui pourraient survenir pendant les essais, peu importe l'endroit où ceux-ci sont effectués.

Il faut noter qu'il est possible que certains éléments de la présente norme canadienne soient assujettis à des droits conférés à un brevet. L'ONGC ne peut être tenu responsable de nommer un ou tous les droits conférés à un brevet. Les utilisateurs de la norme sont informés de façon personnelle qu'il leur revient entièrement de déterminer la validité des droits conférés à un brevet.

Langue

Dans la présente Norme, le verbe « doit » indique une exigence obligatoire, le verbe « devrait » exprime une recommandation et le verbe « peut » exprime une option ou une permission. Les notes accompagnant les articles ne renferment aucune exigence ni recommandation. Elles servent à séparer du texte les explications ou les renseignements qui ne font pas proprement partie du corps de la norme. Les annexes sont désignées comme normative (obligatoire) ou informative (non obligatoire) pour en préciser l'application.

Pour de plus amples renseignements sur l'ONGC, ses services et les normes en général, prière de communiquer avec:

Le Gestionnaire
Division des normes
Office des normes générales du Canada
Gatineau, Canada
K1A 1G6

Une Norme nationale du Canada est une norme qui a été élaborée par un organisme d'élaboration de normes (OEN) titulaire de l'accréditation du CCN et approuvée par le Conseil canadien des normes (CCN) conformément aux documents du CCN intitulés Exigences et lignes directrices – *Accréditation des organismes d'élaboration de normes et Exigences et lignes directrices – Approbation et désignation des Normes nationales du Canada*. On trouvera des renseignements supplémentaires sur les exigences relatives aux Normes nationales du Canada à l'adresse : www.ccn.ca. Une norme approuvée par le CCN est l'expression du consensus de différents experts dont les intérêts collectifs forment, autant que faire se peut, une représentation équilibrée des intéressés concernés. Les Normes nationales du Canada visent à apporter une contribution appréciable et opportune au bien du pays.

Le CCN est une société d'État qui fait partie du portefeuille d'Industrie Canada. Dans le but d'améliorer la compétitivité économique du Canada et le bien-être collectif de la population canadienne, l'organisme dirige et facilite l'élaboration et l'utilisation des normes nationales et internationales. Le CCN coordonne aussi la participation du Canada à l'élaboration des normes et définit des stratégies pour promouvoir les efforts de normalisation canadiens. De plus, il fournit des services d'accréditation à différents clients, parmi lesquels des organismes de certification de produits, des laboratoires d'essais et des organismes d'élaboration de normes. On trouvera la liste des programmes du CCN et des organismes titulaires de son accréditation à l'adresse : www.ccn.ca.

Comme les Normes nationales du Canada sont revues périodiquement, il est conseillé aux utilisateurs de toujours se procurer l'édition la plus récente de ces documents auprès de l'organisme d'élaboration de normes responsable de leur publication.

La responsabilité d'approuver les normes comme NNC incombe au :

Conseil canadien des normes
55, rue Metcalfe, bureau 600
Ottawa (Ontario) K1P 6L5 CANADA

Comment commander des publications de l'ONGC :

- par téléphone — 819-956-0425 ou
— 1-800-665-2472
- par télécopieur — 819-956-5740
- par la poste — Centre des ventes de l'ONGC
Gatineau, Canada
K1A 1G6
- en personne — Place du Portage
Phase III, 6B1
11, rue Laurier
Gatineau (Québec)
- par courrier électronique — ncr.cgsb-ongc@tpsgc-pwgsc.gc.ca
- sur le Web — www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/ongc-cgsb/index-fra.html

NORME NATIONALE DU CANADA

CAN/CGSB-155.20-2017

Remplace CAN/CGSB-155.20-2000
Rectificatif N° 1, août 2019

Vêtements de travail de protection contre les feux à inflammation instantanée causés par des hydrocarbures et facultativement contre la vapeur et les liquides chauds

THIS NATIONAL STANDARD OF CANADA IS AVAILABLE IN BOTH
FRENCH AND ENGLISH.

ICS 13.340.10

Publiée, août 2019, par
l'Office des normes générales du Canada
Gatineau, Canada K1A 1G6

© SA MAJESTÉ LA REINE DU CHEF DU CANADA,
représentée par la ministre des Services publics et de l'Approvisionnement,
la ministre responsable de l'Office des normes générales du Canada (2017)

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite d'aucune manière sans la permission préalable de l'éditeur.

OFFICE DES NORMES GÉNÉRALES DU CANADA

Comité des vêtements de travail de protection contre les feux à inflammation instantanée

(Membres votants à la date d'approbation)

Président (non votant)

King, D. Davey Textile Solutions Inc.

Catégorie intérêt général

Ackerman, M. MYAC Consulting Inc.
Batcheller, J. Université de l'Alberta
Bussoli, M. Apparel Innovation Centre
Dolez, P. The Institute of Textile Science (ITS)
Eigner, M. Aurora Loss Prevention Ltd.
Fennell, D. Dave Fennell Safety Inc.
Furnald, M. Experte-conseil
Hadfield, M. Comté de Strathcona
Izquierdo, V. Groupe CTT (essais)
Mlynarek, J. Groupe CTT (recherche)
Paskaluk, S. Université de l'Alberta, Protective Clothing and Equipment Research Facility
Schumann, E. Expert-conseil
Shaw, H. Experte-conseil
Tait, C. Défense nationale

Catégorie producteur

Adam, C. Filspec Inc.
Black, C. Mount Vernon Mills Inc.
Brière, J.-S. Textiles Monterey 1996 Inc.
Clark, P. Apparel Solutions International
Cliver, J. Milliken & Company
Genest, D. Guillemot International
Gilmour, M. Unisync Group Ltd.
Grandy, C. AGO Industries Inc.
Hanzalik, K. 3M United States
Lawson, L. Davey Textile Solutions Inc.
Malcolm, R. MWG Apparel Corp.
Olsen, S. Mark's Work Wearhouse
Perun, M. Cintas Canada Limited
Radford, R. IFR Workwear Inc.
Rais, A. Entoilages et biais Block
Sadier, Y. Groupe Elyseum Canada Inc.
Saner, M. Workrite Uniform Company
Statham, D. Bulwark Protective Apparel / VF Image wear
Wincoff, J. American & Efird LL
Wirts, A. NASCO Industries Inc.

Catégorie utilisateur

Belbin, S.	Husky Energy
Conroy, C.	First Nations Technical Services Advisory Group
Delaney, P.	Petroleum Services Association of Canada
d'Entremont, E.	GRC
George, J.	ConocoPhillips Canada
McFarlane, S.	Enbridge Gas Distribution
Moore-Salisbury, M.	Enform
Mudryk, M.	Association canadienne de pipelines d'énergie
Peek, M.	Pipelines Enbridge Inc.
Prince, T.	Association canadienne des producteurs pétroliers
Stang, L.	Nexen Energy ULC
Thurston, A.	Trans Canada Corporation
Wells, R.	Office national de l'énergi
Worobec, K.	Cameco

Secrétaire (non votant)

Bouvier, P.	Office des normes générales du Canada
-------------	---------------------------------------

RETIRÉE

CAN/CGSB-155.20-2017

Remplace CAN/CGSB-155.20-2000
Rectificatif N° 1, août 2019

La présente Norme nationale du Canada CAN/CGSB-155.20-2017 remplace l'édition de 2000. Le rectificatif suivant a été publié et incorporé à la présente norme en août 2019.

Rectificatif

- 7.6.1.1.: L'alinéa de la norme ASTM F1930 cité en référence est 8.2.2.

RETIRÉE

Table des matières		Page
1	Objet.....	1
2	Références normatives.....	2
3	Termes et définitions	4
4	Classification.....	7
5	Exigences générales.....	7
6	Exigences particulières	8
6.1	Résistance à la flamme.....	8
6.2	Protection thermique	9
6.3	Résistance à la chaleur	9
6.4	Résistance au rétrécissement à la chaleur.....	9
6.5	Essai sur mannequin (feu à inflammation instantanée).....	10
6.6	Résistance aux fuites et imperméabilité.....	10
6.7	Protection contre la vapeur et les liquides chauds (facultatif).....	10
6.8	Lisibilité des étiquettes	11
7	Méthodes d'essai	11
7.1	Méthodes de préconditionnement.....	11
7.2	Essai de résistance à la flamme	11
7.3	Essai de protection thermique.....	12
7.4	Essais de résistance et de rétrécissement à la chaleur	13
7.5	Point de fusion	13
7.6	Essai sur mannequin (feu à inflammation instantanée).....	13
7.7	Résistance aux fuites et imperméabilité.....	14
7.8	Essais de protection contre la vapeur et les liquides chauds (à petite échelle).....	14
7.9	Essais de protection contre la vapeur et les liquides chauds (sur un mannequin)	15
8	Étiquetage.....	16
Annexe A (normative) Essai au banc de protection contre la vapeur et les liquides chauds.....		18
A.1	Résumé de la méthode	18
A.2	Appareillage.....	18
A.3	Étalonnage et normalisation	23
A.4	Spécimens d'essai	23
A.5	Mode opératoire	24
A.6	Calculs des résultats	25
A.7	Rapport	25
Annexe B (informative) Éléments à considérer pour la sélection de vêtements de travail de protection.		26
B.1	Objectif.....	26
B.2	Utilisation de vêtements de travail de protection	26
B.3	Limites des vêtements de travail de protection	26
B.4	Aspects à considérer pour la sélection de vêtements de travail de protection.....	27
B.5	Conditions relatives à l'électricité statique	28
B.6	Entretien d'un vêtement de travail de protection	29

Annexe C (normative) Essai d'exposition du vêtement complet aux liquides chauds ou à la vapeur	30
C.1 Généralités	30
C.2 Appareillage.....	30
C.3 Préparation et étalonnage de l'appareillage	33
C.4 Spécimens d'essai	34
C.5 Mode opératoire	35
C.6 Calcul des résultats	37
C.7 Rapport	37
Annexe D (informative) Mesure du flux de chaleur et calcul de la brûlure	39
D.1 Calcul du flux de chaleur à l'aide de capteurs de la température de surface	39
D.2 Modèle de brûlure cutanée	42
D.3 Propriétés physiques de la peau	44
D.4 Conditions aux limites et conditions initiales	45
D.5 Prévion d'une brûlure de la peau	46
D.6 Scénario d'essai d'une brûlure de la peau	47
D.7 Bibliographie de l'annexe D.....	49
Annexe E (informative) Tableau récapitulatif et matrice des essais	50
E.1 Tableau récapitulatif	50
E.2 Matrice des essais	54

RETIRÉE

Vêtements de travail de protection contre les feux à inflammation instantanée causés par des hydrocarbures et facultativement contre la vapeur et les liquides chauds

1 Objet

La présente Norme nationale du Canada énonce les exigences minimales de rendement ainsi que les méthodes d'essai relatives aux vêtements de travail portés pour se protéger contre les expositions imprévues aux feux à inflammation instantanée causés par des hydrocarbures et facultativement contre la vapeur et les liquides chauds.

La présente norme s'applique aux vêtements de travail de protection neufs (c.-à-d. non portés) qui, portés seuls ou en combinaison avec d'autres vêtements, couvrent le corps de la base du cou aux poignets et aux chevilles, ainsi que la tête et le cou au besoin.

Les exigences de rendement de la présente norme ne couvrent pas tous les dangers auxquels les employés peuvent être exposés. Les essais contrôlés en laboratoire ne doivent pas être interprétés comme des simulations de dangers.

Les vêtements de travail de protection conformes à la présente norme sont conçus pour offrir un degré de protection aux utilisateurs, à réduire la gravité des blessures et à limiter au maximum les blessures lorsque les utilisateurs sont exposés à des feux à inflammation instantanée, à de la vapeur ou à des liquides chauds. Les vêtements de travail de protection pourraient ne pas suffire à empêcher les brûlures.

La présente norme s'applique à des vêtements confectionnés à ou après la date de publication de la présente norme.

La présente norme définit les exigences minimales sans toutefois exclure les vêtements ayant un rendement supérieur au minimum spécifié.

La présente norme contient également une annexe à caractère informatif qui fournit des lignes directrices concernant la sélection, l'utilisation, l'entretien, le retrait et les limites des vêtements de travail de protection (voir l'annexe B). Cette annexe traite également de l'ajustement des vêtements de travail de protection sur l'utilisateur.

Le port de vêtements de travail de protection devrait faire partie intégrante d'un programme de sécurité adéquat qui comprend également des évaluations des dangers, des mesures d'ingénierie et/ou des mesures administratives ainsi que des méthodes de travail sécuritaires.

La présente norme ne s'applique pas aux vêtements de protection spécialisés comme les vêtements d'approche, les tenues de protection des sapeurs-pompiers, ni les vêtements de pénétration antifeu. Elle ne vise pas à établir d'exigences relatives à la protection contre les dangers chimiques, biologiques, radiologiques, nucléaires, mécaniques ou électriques.

La mise à l'essai et l'évaluation d'un produit en regard de la présente norme peuvent nécessiter l'emploi de matériaux ou d'équipement susceptibles d'être dangereux. La présente norme n'entend pas traiter de tous les aspects liés à la sécurité de son utilisation. Il appartient à l'utilisateur de la norme de se renseigner auprès des autorités compétentes et d'adopter des pratiques de santé et de sécurité conformes aux règlements applicables avant de l'utiliser.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants renferment des dispositions qui, par renvoi dans le présent document, constituent des dispositions de la présente Norme nationale du Canada. Les documents de référence peuvent être obtenus auprès des sources mentionnées ci-après.

NOTE Les adresses indiquées ci-dessous étaient valides à la date de publication de la présente norme.

Sauf indication contraire de l'autorité appliquant la présente norme, toute référence non datée s'entend de l'édition ou de la révision la plus récente de la référence ou du document en question. Une référence datée s'entend de la révision ou de l'édition précisée de la référence ou du document en question.

2.1 Office des normes générales du Canada (ONGC)

CAN/CGSB-4.2 — *Méthodes pour épreuves textiles :*

N° 2 — *Conditionnement des textiles pour fin d'essais*

N° 29.1 — *Solidité de la couleur au solvant de nettoyage à sec*

N° 58 — *Changement dimensionnel des textiles au blanchissage domestique*

N° 78.1 — *Évaluation de la protection thermique des matériaux de confection des vêtements.*

2.1.1 Source

Les publications susmentionnées peuvent être obtenues auprès de l'Office des normes générales du Canada, Centre des ventes, Gatineau (Québec) Canada K1A 1G6. Téléphone 819-956-0425 ou 1-800-665-2472. Télécopieur 819-956-5740. Courriel ncr.cgsb-ongc@tpsgc-pwgsc.gc.ca. Site Web <https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/ongc-cgsb/index-fra.html>.

2.2 Groupe de l'Association canadienne de normalisation (CSA)

CSA Z96 — *Vêtements de sécurité à haute visibilité.*

2.2.1 Source

La publication susmentionnée peut être obtenue auprès du Groupe CSA, Mississauga (Ontario), Canada L4W 5N6. Téléphone 416-747-2496. Télécopieur 416-305-6187. Site Web www.csa.ca.

2.3 Industrie Canada

Loi et Règlement sur l'étiquetage des textiles

Règlement sur l'étiquetage et l'annonce des textiles.

2.3.1 Source

Les publications susmentionnées peuvent être obtenues, en format électronique, auprès du ministère de la Justice du Canada, à l'adresse : <http://canada.justice.gc.ca>. Des exemplaires papier de la *Loi* et des *Règlements* peuvent être obtenus, moyennant des frais, auprès des Publications du gouvernement du Canada. Téléphone 613-941-5995 ou 1-800-635-7943. Télécopieur 613-954-5779 ou 1-800-565-7757. Site Web <http://publications.gc.ca/>.

2.4 Association of Textile, Apparel & Materials Professionals (AATCC)

AATCC 127 – *Water Resistance: Hydrostatic Pressure Test*

AATCC 158 – *Dimensional Changes on Drycleaning in Perchloroethylene: Machine Method.*

2.4.1 Source

Les publications susmentionnées peuvent être obtenues auprès de l'AATCC, 1 Davis Dr, Research Triangle Park, C.P. 12215, North Carolina, 27709-2215, U.S.A., téléphone 919-549-8141, télécopieur 919-549-8933, site Web www.aatcc.org/pub/order/.

2.5 ASTM International

NOTE Les publications de l'ASTM International ne sont disponibles qu'en anglais.

ASTM D123 — *Standard Terminology Relating to Textiles*

ASTM D3393 — *Standard Specification for Coated Fabrics – Waterproofness*

ASTM D6413 — *Standard Test Method for Flame Resistance of Textiles (Vertical Test)*

ASTM D7138 — *Standard Test Method to Determine Melting Temperature of Synthetic Fibers*

ASTM F1930 — *Standard Test Method for Evaluation of Flame Resistant Clothing for Protection Against Fire Simulations Using an Instrumented Manikin.*

2.5.1 Source

Les publications susmentionnées peuvent être obtenues auprès de l'ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA, 19428-2959, U.S.A., téléphone 610-832-9585, télécopieur 610-832-9555, site Web www.astm.org, ou de IHS Markit, 200-1331 MacLeod Trail SE, Calgary (Alberta) T2G 0K3, téléphone 613-237-4250 ou 1-800-267-8220, télécopieur 613-237-4251, site Web www.global.ihs.com.

2.6 National Fire Protection Association (NFPA)

NFPA 2112 — *Standard on Flame-Resistant Garments for Protection of Industrial Personnel Against Flash Fire.*

2.6.1 Source

La publication susmentionnée peut être obtenue auprès de la National Fire Protection Agency, 1 Batterymarch Park, Quincy, Massachusetts, 02169-7471, U.S.A., téléphone 617-770-3000 ou 1-800-344-3555, télécopieur 617-770-0700, courriel zixsupport@nfpa.org. Site Web www.nfpa.org/.

2.7 U.S. General Services Administration

Federal Standards :

191 A — *Textile Test Methods* :

191/5931 — *Determination of Electrostatic Decay of Fabrics*

2.7.1 Source

La publication susmentionnée peut être obtenue auprès d'EverySpec LLC., 710 Lake Louise Ct., Gibsonia, PA, 15044, U.S.A., site Web www.everyspec.com.

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme nationale du Canada, les termes et les définitions suivants s'appliquent.

3.1

composant

élément utilisé dans la confection du vêtement et ajouté au matériau composite du système de matériaux.

3.2

insigne

composant d'un vêtement non protecteur qui peut être fixé (p. ex. pièce de tissu) ou appliqué directement (p. ex. sérigraphie, transfert thermique, broderie) sur l'extérieur d'un vêtement aux fins d'identification.

3.3

égouttement

réaction d'un matériau documentée par l'écoulement de la fibre polymère, du tissu ou de l'enduit du tissu, et par la présence de gouttelettes.

3.4

composant extérieur du vêtement

composant fixé à l'extérieur du vêtement et exposé aux dangers extérieurs.

3.5

tissu

structure plane constituée de fils ou de fibres.

3.6

résistance à la flamme (RF)

propriété d'un matériau par laquelle la combustion avec flammes est ralentie, arrêtée ou empêchée.

3.7

feu à inflammation instantanée

feu qui se propage rapidement par un mélange diffus air-carburant sans créer de pression dommageable.

NOTE Pour les besoins de la présente norme, le flux de chaleur obtenu pendant les essais de protection contre les feux à inflammation instantanée causés par des hydrocarbures est d'environ 84 kW/m² pendant trois secondes. En réalité, la durée et le flux de chaleur des feux à inflammation instantanée peuvent varier.

3.8

article vestimentaire pour la tête et le cou résistant à la flamme

article vestimentaire de protection individuelle résistant à la flamme (RF) porté seulement au niveau de la tête et/ou du cou (p. ex. passe-montagnes, doublures de casques de protection et cache-cols).

3.9

vêtement RF à utilisation limitée

article vestimentaire de protection simple épaisseur ou multiépaisseur résistant à la flamme (RF) porté par-dessus des vêtements de travail RF ou des vêtements de pluie RF, et ayant une courte durée de vie utile prévue (p. ex. vêtements à usage unique).

3.10

vêtement de pluie RF

vêtement résistant à la flamme (RF) qui protège une partie (membre, tête, etc.) ou la totalité du corps contre la pluie.

3.11**vêtement de travail RF**

vêtement de travail de protection résistant à la flamme (RF) simple épaisseur ou multiépaisseur (p. ex. combinaisons, pantalons, chemises, vestes et parkas), conçu pour offrir une protection contre les feux à inflammation instantanée.

NOTE Les vêtements de travail RF couvrent le corps de la base du cou aux poignets et aux chevilles, ainsi que la tête, les mains et les pieds, au besoin.

3.12**garniture**

article non textile utilisé dans la confection des vêtements de travail de protection, y compris les articles en métal et en plastique (p. ex. boutons, boutons-pression et anneaux en D).

3.13**essentiellement ininflammable**

résistance à la flamme conférée aux textiles par les caractéristiques essentielles des fibres qui les composent.

3.14**doublure**

composant intérieur en tissu simple épaisseur d'un vêtement multiépaisseur.

3.15**tissu composite de protection pour doublure**

tissu isolant, toile et tissus de doublure cousus ensemble dans les systèmes de vêtements multiépaisseurs.

3.16**isolant**

composant conçu pour offrir une protection contre le froid.

3.17**entoilage**

toile intercalée entre le tissu et la doublure de certaines parties d'un vêtement afin de renforcer ces dernières ou de leur donner du corps; par exemple, l'entoilage dans un col de chemise.

3.18**étiquette**

composant d'un vêtement non protecteur qui peut être fixé de manière permanente (p. ex. étiquette en tissu) ou appliqué directement (p. ex. sérigraphie, transfert thermique) à l'intérieur d'un vêtement pour fournir des renseignements.

3.19**composant du système de matériaux**

matériau simple épaisseur, matériau multiépaisseur ou isolant multiépaisseur qui protège contre le froid et qui forme une partie ou la totalité d'un système de matériaux.

3.20**matériau composite**

matériau principal utilisé dans la confection du vêtement de protection, constitué d'un ou de plusieurs composants du système de matériaux.

3.21**fusion**

liquéfaction d'un corps solide par transfert d'énergie thermique documentée par un écoulement.

3.22

vêtement multiépaisseur

vêtement de protection constitué d'un tissu extérieur et d'une doublure intérieure et/ou d'un matériau isolant.

NOTE Les vêtements multiépaisseurs peuvent facilement être séparés en leurs composants constitutifs principaux. Un vêtement multiépaisseur peut comprendre une membrane coupe-vent et étanche à l'humidité, mais cette dernière ne sera considérée ni comme une doublure ni comme simple épaisseur isolante.

3.23

matériau multiépaisseur

matériau constitué de différentes épaisseurs étroitement combinées, par exemple par tissage, par piqûre, par application d'un enduit ou par stratification, avant l'étape de confection du vêtement.

3.24

isolant multiépaisseur contre le froid

matériau multiépaisseur utilisé pour protéger l'utilisateur à de basses températures. Ce matériau consiste en un matériau isolant fixé à au moins un autre matériau et sert à protéger contre le froid.

3.25

fermeture primaire

fermeture utilisée pour enfiler ou enlever un vêtement.

3.26

vêtement de protection

vêtement conçu pour protéger l'utilisateur contre un danger précis.

3.27

pièce de renfort

pièce de tissu ou matériau additionnel appliqué sur une zone particulière du vêtement pour le rendre plus résistant à l'usure, notamment aux coudes, aux genoux, etc.

3.28

tissu extérieur

composant extérieur du système de matériaux utilisé dans la confection d'un vêtement de protection.

3.29

fermeture à glissière

système de fermeture constitué de deux rangées de maillons qui s'insèrent les uns dans les autres et qui fonctionnent avec le déplacement d'un curseur sur toute sa longueur, dans les deux sens.

3.30

spécimen

partie d'un matériau mise à l'essai ou sélectionnée pour un essai.

3.31

protection thermique

capacité d'un tissu ou d'un système de tissus à protéger contre la chaleur, et mesurée par le degré de protection thermique (DPT).

NOTE Le DPT est une mesure de l'énergie thermique transmise à un spécimen textile qui doit provoquer un transfert de chaleur suffisant au travers du spécimen pour causer des brûlures au deuxième degré (épaisseur partielle) aux tissus humains. Plus le DPT est élevé, plus le niveau de protection offert est élevé.

3.32**garniture de visibilité**

matériau rétroréfléchissant, matériau fluorescent ou une combinaison des deux fixés de façon permanente au tissu extérieur à des fins de visibilité.

NOTE Les matériaux rétroréfléchissants améliorent la visibilité la nuit alors que les matériaux fluorescents améliorent la visibilité le jour.

3.33**membrane coupe-vent et étanche à l'humidité**

composant conçu pour empêcher le passage du vent et de l'eau liquide.

4 Classification

4.1 Les vêtements doivent être offerts dans un ou plusieurs des types ci-dessous :

- a) Vêtements de travail RF
- b) Vêtements de pluie RF
- c) Vêtements RF à utilisation limitée

4.2 Les vêtements conformes à un ou plusieurs des types ci-dessus pourraient être mis à l'essai de manière à satisfaire aux exigences relatives à la vapeur et aux liquides chauds énoncées en 6.7.

5 Exigences générales

5.1 Le vêtement doit être confectionné de façon à présenter et conserver les caractéristiques de protection requises contre les feux à inflammation instantanée, et facultativement contre la vapeur et les liquides chauds, et à ne pas influencer sur la gravité des brûlures subies par l'utilisateur.

5.2 Les fermetures du vêtement doivent être confectionnées de façon à bien fermer le vêtement afin d'offrir la protection requise conformément aux exigences de la présente norme.

5.3 Les composants extérieurs des vêtements non résistants à la flamme, comme les insignes, devraient être limités au minimum, tant en surface occupée qu'en nombre. L'utilisateur ne devrait pas poser d'insignes supplémentaires, car ceux-ci pourraient nuire aux propriétés ignifuges (RF) des vêtements.

5.4 Les fabricants de tissu doivent avoir mis en place un système d'assurance de la qualité qui comprend des essais périodiques des tissus.

NOTE Habituellement, les activités d'assurance de la qualité comprennent, à tout le moins, des essais de résistance à la flamme à la verticale de chaque lot de tissus.

5.5 Les fabricants de vêtements doivent avoir mis en place un système de traçabilité qui permet d'assurer la traçabilité des vêtements et des composants.

5.6 Les fabricants de vêtements doivent avoir mis en place un système d'assurance de la qualité qui comporte la traçabilité des vêtements et des composants.

6 Exigences particulières

6.1 Résistance à la flamme

6.1.1 Les composants du système de matériaux utilisés dans la confection des vêtements de travail RF et des vêtements de pluie RF doivent être mis à l'essai dans les conditions ci-dessous (voir 6.1.1.1 à 6.1.1.4), conformément à 7.2. Pour chaque condition, la longueur endommagée moyenne des spécimens mis à l'essai sur la longueur et sur la largeur ne doit pas dépasser 100 mm (3,94 po), et la durée moyenne de persistance de la flamme (flamme résiduelle) doit être d'au plus 2,0 s.

6.1.1.1 Tous les matériaux spécifiés en 6.1.1 doivent être mis à l'essai à la réception (c.-à-d. neufs)

6.1.1.2 Les composants du système de matériaux utilisés dans la confection des vêtements de travail RF désignés comme lavables sur l'étiquette d'entretien doivent être mis à l'essai après au moins 50 cycles de lavage, conformément à 7.1.1.

Les composants du système de matériaux utilisés dans la confection des vêtements de travail RF désignés comme nettoyyables à sec sur l'étiquette d'entretien doivent être mis à l'essai après cinq cycles de nettoyage à sec, conformément à 7.1.2.

Les composants du système de matériaux utilisés dans la confection des vêtements de travail RF désignés comme lavables ou nettoyyables à sec doivent être mis à l'essai après au moins 50 cycles de lavage, conformément à 7.1.1 et un échantillon additionnel doit être mis à l'essai après cinq cycles de nettoyage à sec conformément à 7.1.2.

6.1.1.3 L'isolant multiépaisseur contre le froid utilisé dans la confection des vêtements de travail RF désignés comme lavables sur l'étiquette d'entretien doit être mis à l'essai après au moins 25 cycles de lavage, conformément à 7.1.1.

L'isolant multiépaisseur contre le froid utilisé dans la confection des vêtements de travail RF désignés comme nettoyyables à sec sur l'étiquette d'entretien doit être mis à l'essai après cinq cycles de nettoyage à sec conformément à 7.1.2.

L'isolant multiépaisseur contre le froid utilisé dans la confection des vêtements de travail RF désignés comme lavables ou nettoyyables à sec doit être mis à l'essai après au moins 25 cycles de lavage, conformément à 7.1.1. Un échantillon additionnel doit être mis à l'essai après cinq cycles de nettoyage à sec, conformément à 7.1.2.

6.1.1.4 Les composants du système de matériaux utilisés dans les tissus des vêtements de pluie RF doivent être mis à l'essai après cinq cycles de lavage, conformément aux instructions de lavage fournies par le fabricant. Les tissus doivent être séchés à la fin des cinq cycles, conformément aux instructions de séchage fournies par le fabricant. Si aucune instruction n'est fournie, les tissus doivent être mis à l'essai après cinq cycles de lavage et de séchage, conformément à 7.1.1.

6.1.2 Les composants du système de matériaux utilisés dans la confection des vêtements RF à utilisation limitée doivent être mis à l'essai à la réception (c.-à-d. neufs), sur la longueur et sur la largeur, conformément à 7.2. La longueur endommagée moyenne ne doit pas dépasser 100 mm (3,94 po), et la durée moyenne de persistance de la flamme doit être d'au plus 2,0 s. Il ne doit y avoir aucune fusion.

6.1.3 Les composants extérieurs des vêtements doivent être mis à l'essai à la réception (c.-à-d. neufs) sur la longueur et la largeur (s'il y a lieu) conformément à 7.2. La durée moyenne de persistance de la flamme doit être d'au plus 2,0 s. Les composants extérieurs des vêtements comprennent, sans toutefois s'y limiter, les filets pour les ouvertures d'aération et les poches pour moniteur de gaz, la garniture de visibilité, les rubans autoagrippant à boucles et à crochets et les fermetures à glissière. Les étiquettes d'entretien, les insignes et les fermetures secondaires sont exclus de la présente exigence.

6.1.3.1 La garniture de visibilité destinée à être utilisée avec n'importe quel type de vêtement doit aussi être mise à l'essai conformément à 7.2, après au moins 50 cycles de lavage et de séchage, comme il est indiqué en 7.1.1. La longueur endommagée moyenne ne doit pas dépasser 100 mm (3,94 po), et la durée moyenne de persistance de la flamme doit être d'au plus 2, s dans tous les sens. Il ne doit y avoir aucun signe de fusion.

6.1.4 Les matériaux isolants avec duvet et les coupe-vent placés sur l'extérieur de la couche isolante n'ont pas à être soumis à ces essais. Les matériaux de flottaison n'ont pas à respecter les exigences relatives à la fusion des matériaux seulement.

6.2 Protection thermique

Les composants du système de matériaux utilisés dans la confection des vêtements de travail RF et des vêtements de pluie RF doivent être mis à l'essai conformément à 7.3 et doivent présenter un degré de protection thermique (DPT) moyen de 25 J/cm² (6 cal/cm²) ou plus, aucun résultat individuel ne devant être inférieur à 23 J/cm² (5,5 cal/cm²).

6.3 Résistance à la chaleur

6.3.1 Les composants du système de matériaux et les autres éléments en textile utilisés dans la confection des vêtements de travail RF doivent être mis à l'essai individuellement, conformément à 7.4 et ne doivent pas fondre, se séparer ni s'enflammer.

Les autres éléments en textile comprennent, sans toutefois s'y limiter, ce qui suit : les garnitures de visibilité, les pièces de renfort, les attache-poignets, le col, les fermetures primaires, les galons, les cordons de serrage et les brides de suspension.

Sont exclus les fermetures en ruban autoagrippant à boucles et à crochets, les étiquettes, l'entoilage et les insignes, sauf si le ruban autoagrippant à boucles et à crochet est utilisé comme fermeture primaire. Les membranes coupe-vent et étanche à l'humidité placées sur l'extérieur du matériau isolant n'ont pas à respecter la présente exigence.

6.3.2 Les composants du système de matériaux destinés à être utilisés avec des vêtements RF à utilisation limitée et ayant une masse surfacique inférieure à 100 g/m² (2,95 oz/vg²) n'ont pas à respecter les exigences énoncées en 6.3.1.

6.3.3 Toutes les garnitures doivent être mises à l'essai conformément à 7.4. Elles ne doivent pas fondre, se séparer ni s'enflammer et doivent demeurer fonctionnelles ou pouvoir être ouvertes sans difficulté une fois les essais terminés. Les garnitures ne doivent pas être exposées directement à l'intérieur du vêtement et ne doivent pas entrer en contact direct avec la peau.

6.3.4 Les composants utilisés pour les fermetures primaires ne doivent pas fondre, se séparer, ni s'enflammer lorsqu'ils sont mis à l'essai conformément à 7.4, et comme il est indiqué en 6.3.1 pour les matériaux textiles et en 6.3.3 pour les garnitures. Les composants doivent demeurer fonctionnels après les essais. Les exclusions mentionnées en 6.3.1 ne doivent pas s'appliquer aux composants utilisés dans les fermetures primaires.

6.3.5 Le fil utilisé dans la confection des vêtements de travail RF et des vêtements de pluie RF doit être essentiellement ininflammable et ne doit pas fondre à une température inférieure à 260 °C, lorsqu'il est mis à l'essai conformément à 7.5.

6.4 Résistance au rétrécissement à la chaleur

6.4.1 Les tissus extérieurs utilisés dans la confection des vêtements de travail RF doivent être mis à l'essai conformément à 7.4. Ils ne doivent pas rétrécir de plus de 10 % dans tous les sens.

6.4.2 Les composants du système de matériaux destinés à être utilisés avec des vêtements RF à utilisation limitée et ayant une masse surfacique inférieure à 100 g/m² (2,95 oz/vg²) n'ont pas à respecter les exigences énoncées en 6.4.1.

6.5 Essai sur mannequin (feu à inflammation instantanée)

6.5.1 Les matériaux composites utilisés dans la confection des vêtements de travail RF, des vêtements de pluie RF ou des vêtements RF à utilisation limitée doivent être mis à l'essai conformément à 7.6. Les spécimens de vêtements doivent avoir une zone de brûlure prévue totale (brûlures au deuxième degré ou plus graves) d'au plus 40 % de la surface du mannequin couverte par des capteurs, sauf les mains et les pieds.

Les matériaux composites destinés à être utilisés avec des vêtements RF à utilisation limitée et ayant une masse surfacique inférieure à 100 g/m² (2,95 oz/vg²) n'ont pas à respecter ces exigences.

Les matériaux composites destinés à être utilisés avec des articles vestimentaires pour la tête et le cou seulement (comme des tuques, des passe-montagnes et des cache-cols) n'ont pas à respecter ces exigences.

NOTE Les tissus des articles vestimentaires pour la tête et le cou sont exclus de l'essai sur mannequin, car il est impossible de fabriquer les combinaisons de référence dans toutes les tailles avec ces tissus. Ces articles font partie des vêtements de travail de protection RF et devraient être mis à l'essai conformément aux autres exigences relatives aux vêtements de travail de protection RF.

6.5.2 Les vêtements de pluie RF mis à l'essai tels qu'ils sont vendus conformément à 7.6.1.2 ne doivent présenter aucune ouverture de plus de 50 mm (1,97 po) au niveau des coutures, une fois les essais terminés.

6.5.3 Les fermetures primaires utilisées avec les vêtements de pluie RF tels qu'ils sont vendus doivent être fonctionnelles ou pouvoir être ouvertes sans difficulté, une fois les essais terminés.

6.6 Résistance aux fuites et imperméabilité

Des spécimens d'essai des vêtements de pluie RF (tissus et coutures) doivent être mis à l'essai conformément à 7.7 et ne doivent présenter aucune fuite dans les conditions spécifiées.

6.7 Protection contre la vapeur et les liquides chauds (facultatif)

Les vêtements conformes aux exigences énoncées en 6.1 à 6.6 de la norme CAN/CGSB-155.20, pourraient aussi être soumis à des essais de protection contre la vapeur et les liquides chauds. La marche à suivre pour soumettre les tissus et les vêtements à un essai de protection contre les liquides chauds est fournie aux annexes A et C de la présente norme.

6.7.1 Les matériaux composites destinés à être utilisés avec des vêtements de travail RF, des vêtements de pluie RF ou des vêtements RF à utilisation limitée offrant une protection contre la vapeur et les liquides chauds doivent être soumis à un essai de protection contre la vapeur conformément à 7.8.1. Le temps avant une brûlure doit être d'au moins 60 s et l'énergie moyenne absorbée ne doit pas être supérieur à 200 kJ/m² (4,8 cal/cm²).

6.7.2 Les matériaux composites destinés à être utilisés avec des vêtements de travail RF, des vêtements de pluie RF ou des vêtements RF à utilisation limitée offrant une protection contre la vapeur et les liquides chauds doivent être soumis à un essai de protection contre l'eau chaude conformément à 7.8.2. Le temps avant une brûlure doit être d'au moins 60 s et l'énergie moyenne absorbée ne doit pas être supérieur à 100 kJ/m² (2,4 cal/cm²).

6.7.3 Les matériaux composites destinés à être utilisés avec des vêtements de travail RF, des vêtements de pluie RF ou des vêtements RF à utilisation limitée offrant une protection contre la vapeur et les liquides chauds doivent être mis à l'essai conformément à 7.9. La zone totale de brûlure prévue (brûlure au deuxième degré ou plus sévère) doit être de 20 % ou moins de la surface du mannequin couverte par les capteurs, tant pour l'essai de protection contre la vapeur (voir 7.9.3.2) que pour l'essai de protection contre l'eau chaude (voir 7.9.3.3).

6.8 Lisibilité des étiquettes

6.8.1 Les étiquettes utilisées sur les vêtements de travail RF ou les vêtements de pluie RF et désignées, sur l'étiquette d'entretien, comme lavables, doivent être clairement lisibles avant et après 50 cycles de lavage et de séchage, conformément à la norme CAN/CGSB-4.2 N° 58, méthode III E, ou l'équivalent. Soumettre trois spécimens d'étiquettes à l'essai.

6.8.2 Les étiquettes utilisées sur les vêtements de travail RF ou les vêtements de pluie RF et désignées, sur l'étiquette d'entretien, comme nettoyables à sec, doivent être clairement lisibles avant et après les essais, conformément à la norme CAN/CGSB-4.2 N° 29.1, ou l'équivalent. Soumettre trois spécimens d'étiquettes à l'essai.

6.8.3 Les étiquettes utilisées sur les vêtements de travail RF ou les vêtements de pluie RF et désignées, sur l'étiquette d'entretien, comme lavables ou nettoyables à sec, doivent être mises à l'essai conformément à la norme CAN/CGSB-4.2 N° 58, procédure III E, ou l'équivalent, et demeurer lisibles après au moins 50 cycles de lavage. Les étiquettes doivent également être mises à l'essai conformément à la norme CAN/CGSB-4.2 N° 29.1, ou l'équivalent. Soumettre au moins trois spécimens d'étiquettes à l'essai pour chaque condition.

7 Méthodes d'essai

7.1 Méthodes de préconditionnement

7.1.1 Les spécimens qui doivent être mis à l'essai après un nombre précis de cycles de lavage doivent être lavés conformément à la norme NFPA 2112, al. 8.1.3. Les spécimens d'isolant multiépaisseur contre le froid doivent être coupés conformément à la norme NFPA 2112, al. 8.3.13, et les bords doivent être cousus avant le lavage.

7.1.1.1 Avant d'être lavés, les composants, comme la garniture de visibilité et les fermetures à glissière, doivent être cousus sur un support de 1 m en tissu conforme avec un fil ininflammable à au moins 50 mm (1,97 po) l'un de l'autre, en bandes parallèles. Les spécimens doivent être retirés du support avant les essais, à moins d'indication contraire dans la méthode d'essai.

7.1.2 Les spécimens qui doivent être mis à l'essai après un nombre précis de cycles de nettoyage à sec doivent être nettoyés à sec conformément à la norme AATCC 158, par. 9.2. Les spécimens d'isolant multiépaisseur contre le froid doivent être coupés conformément à la norme NFPA 2112, al. 8.3.13, et les bords doivent être cousus avant le nettoyage.

7.1.2.1 Avant d'être nettoyés à sec, les composants, comme la garniture de visibilité et les fermetures à glissière, doivent être cousus sur un support de 1 m en tissu conforme avec un fil ininflammable à au moins 50 mm (1,97 po) l'un de l'autre, en bandes parallèles. Les spécimens doivent être retirés du support avant les essais, à moins d'indication contraire dans la méthode d'essai.

7.2 Essai de résistance à la flamme

7.2.1 Les spécimens doivent être soumis à un essai de résistance à la flamme conformément à D6413 de l'ASTM.

7.2.1.1 Essai du matériau isolant multiépaisseur offrant une protection contre le froid

Tous les spécimens doivent être préparés pour les essais, c'est-à-dire, que la toile, la matelassure ou toute autre épaisseur de tissu doivent être coupées de 50 mm \pm 3 mm (1,97 \pm 0,12 po) plus courts que le tissu extérieur de sorte que ce dernier puisse être replié par-dessus les épaisseurs sous-jacentes sur 50 mm \pm 3 mm (1,97 \pm 0,12 po). Le spécimen plié doit être fixé au support en maintenant les bords pliés pour les essais.

7.2.1.2 Essai des composants

Les composants, comme la garniture de visibilité et les fermetures à glissière, qui ne sont pas suffisamment grandes pour être coupées à la taille requise pour un spécimen doivent être cousus avec un fil ininflammable sur une pièce de tissu conforme à la norme CAN/CGSB-155.20, aux fins d'essai. Les spécimens doivent être préparés de manière que seul le composant soit mis à l'essai, comme l'illustre la figure 1.

7.2.1.2.1 Essai de la garniture de visibilité

Si une garniture de visibilité est faite de plusieurs matériaux sur la largeur (voir la figure 1), des essais distincts doivent être réalisés afin que chaque matériau soit exposé directement à la flamme. Pendant l'essai, la garniture doit être fixée à une bande de tissu du vêtement (soit piquée avec un fil ininflammable, soit appliquée sur le tissu par transfert à chaud, conformément à la méthode d'application prévue) ou à un tissu résistant à la flamme équivalent et conforme à la présente norme. La garniture ne doit cependant pas être piquée sur le bord inférieur.

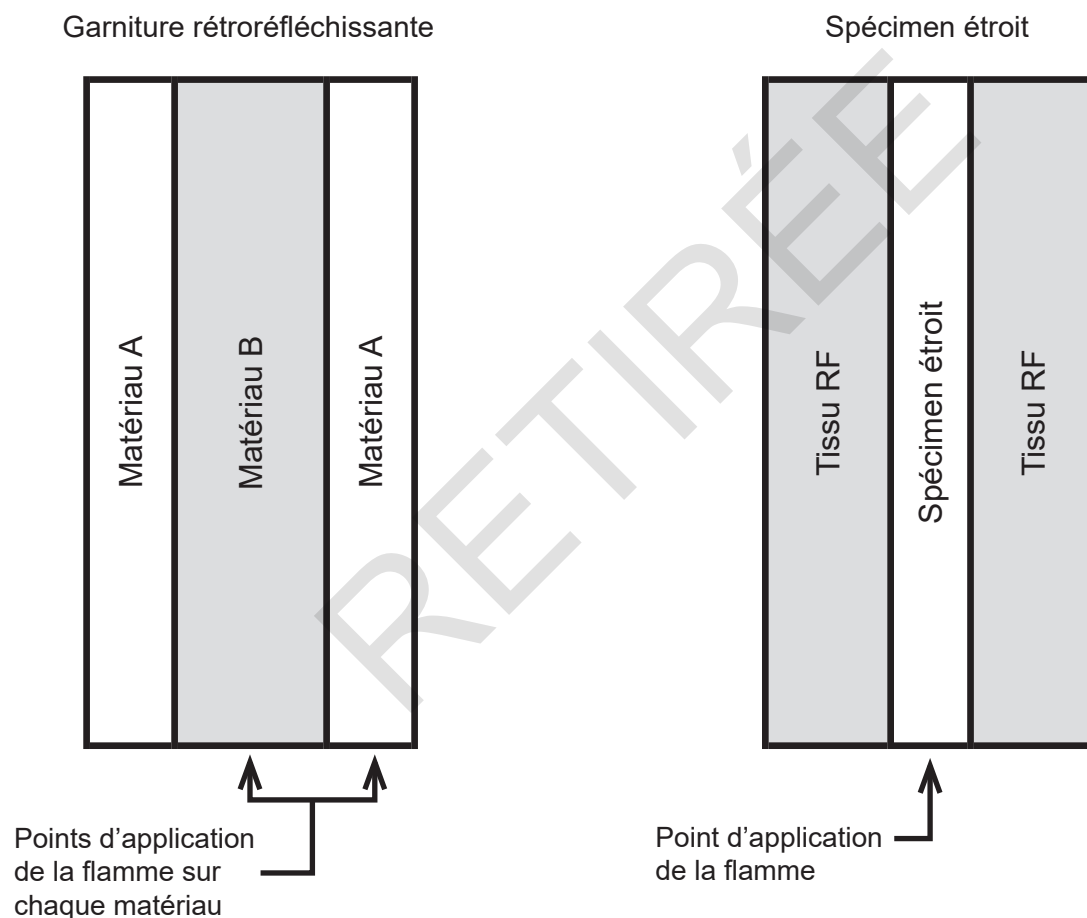


Figure 1 — Essai d'inflammabilité : position de la flamme et du spécimen

7.3 Essai de protection thermique

7.3.1 Les spécimens doivent être mis à l'essai, dans la configuration espacée, pour déterminer leur degré de protection thermique, conformément à la norme CAN/CGSB-4.2 N° 78.1.

7.3.1.1 Les matériaux composites de tous les composants du système de matériaux doivent être mis à l'essai conformément à la norme CAN/CGSB-4.2 N° 78.1.

7.4 Essais de résistance et de rétrécissement à la chaleur

7.4.1 Spécimens

Pour les essais de résistance et de rétrécissement à la chaleur, découper trois spécimens de $380 \times 380 \pm 10$ mm ($14,96 \times 14,96 \pm 0,39$ po).

7.4.1.1 Les spécimens dont les dimensions sont inférieures à celles spécifiées (p. ex. les garnitures et le ruban de la fermeture à glissière) doivent être fixés à une pièce de tissu conforme à la norme CAN/CGSB-155.20 et ayant les dimensions exigées. Les spécimens doivent être fixés de la même façon que s'ils étaient posés sur le vêtement.

7.4.2 Mode opératoire

À l'aide de crochets métalliques, suspendre chaque spécimen par le haut dans une étuve à circulation d'air forcée où la température est de 260 ± 3 °C, pendant au moins 5,00 min et au plus 5,25 min. Commencer à calculer le temps lorsque l'étuve a atteint une température ambiante de 260 ± 3 °C. La durée de récupération dans l'étuve une fois la porte fermée ne doit pas dépasser 1 min. Exposer le spécimen à une circulation d'air. Le spécimen doit se trouver à au moins 50 mm de la surface de l'étuve et de tout autre spécimen de sorte que l'écoulement d'air soit parallèle à la surface du matériau.

7.4.2.1 Résultats de la résistance à la chaleur

Retirer les spécimens de l'étuve, les décrocher des crochets et les laisser refroidir pendant au moins 30 s, puis vérifier la présence de fusion ou d'inflammation dans les tissus de protection et autres composants textiles. En ce qui concerne les fermetures primaires, vérifier que les fermetures s'ouvrent manuellement après l'essai.

7.4.2.2 Résultats du rétrécissement à la chaleur

Retirer les spécimens de l'étuve, les décrocher des crochets, les mettre à plat sur une surface lisse et les laisser refroidir pendant au moins 30 s. Mesurer tous les spécimens pour établir le rétrécissement à la chaleur. Consigner la moyenne des trois spécimens pour déterminer s'ils sont acceptés ou rejetés.

7.5 Point de fusion

Le fil utilisé dans la confection des vêtements doit être mis à l'essai conformément à D7138 de l'ASTM.

7.6 Essai sur mannequin (feu à inflammation instantanée)

7.6.1 Les spécimens d'essai doivent être évalués pour vérifier leur degré de protection contre des feux à inflammation instantanée simulés, conformément à F1930 de l'ASTM.

7.6.1.1 Les matériaux composites qui doivent être mis à l'essai doivent servir à fabriquer le vêtement de référence, conformément à l'al. 8.2.2 de F1930 de l'ASTM. Trois spécimens doivent être mis à l'essai.

7.6.1.2 En ce qui concerne les vêtements de pluie RF, deux spécimens de vêtements tels qu'ils sont vendus doivent être mis à l'essai en plus des exigences énoncées en 7.6.1.1.

7.6.1.3 En ce qui concerne les vêtements de travail RF désignés, sur l'étiquette d'entretien, comme lavables, les spécimens doivent être mis à l'essai après un cycle de lavage et de séchage, comme il est indiqué en 7.1.1.

En ce qui concerne les vêtements de pluie RF désignés, sur l'étiquette d'entretien, comme lavables, les spécimens doivent être mis à l'essai après un cycle de lavage et de séchage, conformément aux instructions du fabricant. Si aucune instruction n'est fournie, mettre à l'essai les spécimens après un cycle de lavage et de séchage, comme il est indiqué en 7.1.1.

7.6.1.4 En ce qui concerne les vêtements de travail RF désignés, sur l'étiquette d'entretien, comme nettoyables à sec, les spécimens doivent être mis à l'essai après un cycle de nettoyage à sec, comme il est indiqué en 7.1.2.

En ce qui concerne les vêtements de pluie RF désignés, sur l'étiquette d'entretien, comme nettoyables à sec, les spécimens doivent être mis à l'essai après un cycle de nettoyage à sec, conformément aux instructions du fabricant. Si aucune instruction n'est fournie, mettre à l'essai les spécimens après un cycle de lavage et de séchage, comme il est indiqué en 7.1.2.

7.6.1.5 En ce qui concerne les vêtements de travail RF désignés, sur l'étiquette d'entretien, comme lavables ou nettoyables à sec, les spécimens doivent être mis à l'essai après un cycle de lavage et de séchage, comme il est indiqué en 7.1.1, ou après un cycle de nettoyage à sec, comme il est indiqué en 7.1.2.

En ce qui concerne les vêtements de pluie RF désignés, sur l'étiquette d'entretien, comme lavables ou nettoyables à sec, les spécimens doivent être mis à l'essai après un cycle de lavage et de séchage ou après un cycle de nettoyage à sec, conformément aux instructions du fabricant. Si aucune instruction n'est fournie, mettre à l'essai les vêtements après un cycle de lavage et de séchage, comme il est indiqué en 7.1.1, ou après un cycle de nettoyage à sec, comme il est indiqué en 7.1.2.

7.6.2 Mode opératoire

7.6.2.1 Mettre à l'essai les spécimens conformément à F1930 de l'ASTM et les exposer à un flux de chaleur de $84 \pm 4,2 \text{ kW/m}^2$ ($2,0 \pm 0,1 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{s}$) pendant $3,0 \pm 0,1 \text{ s}$.

7.6.2.2 Avant de vêtir le mannequin des spécimens de vêtements, vérifier que le mannequin porte des sous-vêtements (culotte) en tricot jersey 100 % coton de $170 \pm 8,5 \text{ g/m}^2$ ($5,01 \pm 0,25 \text{ oz/vg}^2$), ainsi qu'un t-shirt à manches courtes à encolure ronde en tricot jersey 100 % coton de $140 \pm 7 \text{ g/m}^2$ ($4,13 \pm 0,21 \text{ oz/vg}^2$).

7.6.3 Rapport

7.6.3.1 Consigner le pourcentage de brûlure prévu fondé sur la surface totale recouverte par les capteurs, sauf les mains et les pieds, pour chaque spécimen.

7.6.3.2 Calculer la moyenne des brûlures prévues pour les trois spécimens de référence et consigner les résultats. La moyenne doit être utilisée pour déterminer si le rendement des tissus est acceptable ou non.

7.6.3.3 Pendant les essais, consigner les observations relatives aux réactions des spécimens de vêtements et prendre note de leur état après les essais. Des observations pertinentes comprennent, sans toutefois s'y limiter, la fusion, la formation de trous dans les spécimens, le rétrécissement des spécimens, l'état des fermetures et des coutures, la présence de fumée et les caractéristiques du tissu relativement à la flamme résiduelle

7.7 Résistance aux fuites et imperméabilité

7.7.1 Les spécimens d'essai des vêtements de pluie RF doivent être mis à l'essai conformément à D3393 de l'ASTM, à une pression d'eau de 207 kPa (30 lb/po²).

7.7.2 Les coutures des vêtements de pluie RF doivent être mises à l'essai conformément à la méthode d'essai décrite dans la norme AATCC 127, à une pression d'eau de 20,7 kPa (3 lb/po²) pendant 2 min.

7.7.3 Utiliser une pompe pour atteindre la pression de 20,7 kPa (3 lb/po²) s'il n'est pas possible de prolonger la colonne d'eau.

7.8 Essais de protection contre la vapeur et les liquides chauds (à petite échelle)

7.8.1 Les matériaux composites doivent être mis à l'essai pour déterminer leur degré de protection contre la vapeur, conformément à l'annexe A.

7.8.1.1 Les essais doivent être effectués sur au moins cinq spécimens.

7.8.1.2 Exposer les spécimens à de la vapeur pendant $10,0 \pm 0,1$ s, à une pression de 207 ± 21 kPa (30 ± 3 lb/po²) et à une température de 150 ± 5 °C. La période d'acquisition des données ne doit pas être inférieure à 60 s.

7.8.2 Les matériaux composites doivent être mis à l'essai pour déterminer leur degré de protection contre les liquides chauds, conformément à l'annexe A.

7.8.2.1 Les essais doivent être effectués sur au moins cinq spécimens.

7.8.2.2 Exposer les spécimens à de l'eau pendant $10,0 \pm 0,1$ s à une température de 85 ± 5 °C. La période d'acquisition des données ne doit pas être inférieure à 60 s.

7.9 Essais de protection contre la vapeur et les liquides chauds (sur un mannequin)

7.9.1 Les matériaux composites doivent être évalués pour déterminer leur degré de protection contre la vapeur et les liquides chauds, conformément à la méthode d'essai décrite à l'annexe C, en exposant les matériaux à de la vapeur et à de l'eau chaude.

7.9.1.1 Les essais doivent être effectués sur au moins trois spécimens pour chaque type d'exposition (exposition à la vapeur et exposition à l'eau chaude).

7.9.1.2 Les spécimens d'essai doivent être des vêtements tels qu'ils sont vendus.

7.9.1.3 Les spécimens doivent être mis à l'essai après un cycle de lavage et de séchage, comme il est indiqué à l'annexe C.

7.9.2 Mode opératoire

7.9.2.1 Au moins trois spécimens doivent être mis à l'essai conformément à l'annexe C. Exposer les spécimens à de la vapeur pendant $10,0 \pm 0,1$ s. La période d'acquisition des données ne doit pas être inférieure à 60 s.

7.9.2.2 Au moins trois spécimens doivent être mis à l'essai conformément à l'annexe C. Exposer les spécimens à de l'eau chaude pendant $10,0 \pm 0,1$ s. La période d'acquisition des données ne doit pas être inférieure à 60 s.

7.9.3 Rapport

7.9.3.1 Consigner le pourcentage de brûlure prévu fondé sur la surface totale recouverte par les capteurs, sauf les mains et les pieds, pour chaque spécimen.

7.9.3.2 Calculer la moyenne des brûlures prévues sur les spécimens soumis à un essai d'exposition à la vapeur et consigner les résultats. La moyenne doit être utilisée pour déterminer si le matériau est accepté ou rejeté.

7.9.3.3 Calculer la moyenne des brûlures prévues sur les spécimens soumis à un essai d'exposition à l'eau chaude et consigner les résultats. La moyenne doit être utilisée pour déterminer si le matériau est accepté ou rejeté.

7.9.3.4 Pendant les essais, consigner les observations relatives aux réactions des spécimens de vêtements et prendre note de leur état après les essais. Des observations pertinentes comprennent, sans toutefois s'y limiter, le mouillage du tissu, le degré de pénétration du liquide et l'étanchéité des fermetures et des coutures.

8 Étiquetage

8.1 Une ou plusieurs étiquettes doivent être fixées à tous les vêtements et doivent énoncer, en français et en anglais, les avertissements et les renseignements suivants :

WARNING

FOR LIMITED PROTECTION AGAINST FLASH FIRES ONLY.

- SOILING MAY REDUCE PROTECTIVE QUALITIES.
- Manufacturer's name and mailing address or CA number
- Lot number (or other documented traceability system in accordance with ISO 9001)
- Size
- Cleaning and drying instructions, including those procedures that may affect flame resistance properties
- Fibre content (in accordance with the Textile Labelling Act)

“DO NOT REMOVE THIS LABEL”

AVERTISSEMENT

PROTECTION LIMITÉE CONTRE LES FEUX À INFLAMMATION INSTANTANÉE .

- LES SOUILLURES PEUVENT RÉDUIRE LES PROPRIÉTÉS DE PROTECTION.
- Nom et adresse postale du fabricant ou numéro CA.
- Numéro de lot (ou autre système de traçabilité documenté conforme à la norme ISO 9001)
- Taille.
- Instructions de nettoyage et de séchage, comprenant les procédures qui peuvent avoir une incidence sur la résistance à la flamme.
- Teneur en fibres (conforme à la Loi sur l'étiquetage des textiles)

«NE PAS ENLEVER CETTE ÉTIQUETTE»

NOTE : L'étiquette des vêtements vendus au Canada doit contenir les renseignements exigés conformément à la *Loi sur l'étiquetage des textiles* d'Industrie Canada, notamment la teneur en fibres. Les étiquettes des vêtements vendus à l'extérieur du Canada doivent respecter les exigences relatives à la teneur en fibres du pays destinataire.

8.1.1 Spécifications relatives à l'utilisation

Dans les énoncés suivants, les renseignements en gras doivent être imprimés sur l'étiquette conformément aux spécifications relatives à l'utilisation. Sélectionner l'énoncé approprié à ajouter à l'option 1 (voir 8.1.2) ou à l'option 2 (voir 8.1.3).

- a) En ce qui concerne les vêtements de travail RF conformes aux exigences de la présente norme, mais qui ne protègent pas contre la vapeur et les liquides chauds : **Ce vêtement de travail RF est conforme aux exigences de la norme CAN/CGSB-155.20-20XX. Il offre une protection limitée contre les feux à inflammation instantanée.**
- b) En ce qui concerne les vêtements de pluie RF conformes aux exigences de la présente norme, mais qui ne protègent pas contre la vapeur et les liquides chauds : **Ce vêtement de pluie RF est conforme aux exigences de la norme CAN/CGSB-155.20-20XX. Il offre une protection limitée contre les feux à inflammation instantanée.**
- c) En ce qui concerne les vêtements RF à utilisation limitée conformes aux exigences de la présente norme, mais qui ne protègent pas contre la vapeur et les liquides chauds : **Ce vêtement RF à utilisation limitée est conforme aux exigences de la norme CAN/CGSB-155.20-20XX. Il offre une protection limitée contre les feux à inflammation instantanée. Ce vêtement doit être porté seulement par-dessus les vêtements de travail RF ou les vêtements de pluie RF conformes.**
- d) En ce qui concerne les vêtements de travail RF conformes aux exigences de la présente norme et qui offrent une protection additionnelle contre la vapeur et les liquides chauds : **Ce vêtement de travail RF est conforme aux exigences de la norme CAN/CGSB-155.20-20XX. Il offre une protection limitée contre les feux à inflammation instantanée. Ce vêtement de travail RF offre en plus une protection limitée contre la vapeur et les liquides chauds.**
- e) En ce qui concerne les vêtements de pluie RF conformes aux exigences de la présente norme et qui offrent une protection additionnelle contre la vapeur et les liquides chauds : **Ce vêtement de pluie RF est conforme aux exigences de la norme CAN/CGSB-155.20-20XX. Il offre une protection limitée contre les feux à inflammation instantanée. Ce vêtement de travail RF offre en plus une protection limitée contre la vapeur et les liquides chauds.**
- f) En ce qui concerne les vêtements RF à utilisation limitée conformes aux exigences de la présente norme et qui offrent une protection additionnelle contre la vapeur et les liquides chauds : **Ce vêtement RF à utilisation limitée est conforme aux exigences de la norme CAN/CGSB-155.20-20XX. Il offre une protection limitée contre les feux à inflammation instantanée. Ce vêtement RF à utilisation limitée offre en plus une protection limitée contre la vapeur et les liquides chauds. Ce vêtement doit être porté seulement par-dessus les vêtements de travail RF ou les vêtements de pluie RF conformes.**

8.1.2 Renseignements – option 1

DÉCLARATION DU FABRICANT (voir la note) : [Choisir l'énoncé approprié parmi ceux présentés en 8.1.1 a) à f)]

NOTE Il s'agit d'une déclaration faite par le fabricant du vêtement qui n'a pas été mise à l'essai ni vérifiée par un organisme de certification indépendant.

8.1.3 Renseignements – option 2

[Choisir l'énoncé approprié parmi ceux présentés en 8.1.1 a) à f)]



CAN/CGSB-155.20-2017

Approval number/numéro de certification : 123456789

Annexe A (normative)

Essai au banc de protection contre la vapeur et les liquides chauds

Essai au banc de protection des matériaux contre la vapeur et les liquides chauds

A.1 Résumé de la méthode

La présente méthode décrit le mode opératoire visant à évaluer le degré de protection offert par les matériaux textiles lorsqu'ils sont exposés, pendant une courte période, à un jet de vapeur comprimé ou de liquide chaud.

Les spécimens coupés dans les matériaux visés doivent être conditionnés avant les essais. Ils doivent ensuite être placés sur un capteur du type simulateur de peau et exposés à un jet de vapeur ou de liquide chaud pendant 10 s. Consigner le temps nécessaire pour qu'une brûlure au deuxième ou au troisième degré se produise sur le capteur ainsi que l'énergie totale absorbée par le capteur mesurée pendant 60 s.

A.2 Appareillage

A.2.1 Essai de protection contre la vapeur

L'appareillage utilisé pour l'essai comprend un générateur de vapeur électrique, un séparateur de gouttelettes chauffé à l'électricité, une conduite d'eau sous pression, un bâti pour retenir le spécimen et un capteur permettant de mesurer le transfert d'énergie au travers du tissu (voir la figure A1).

A.2.1.1 Bâti : Le bâti utilisé pour soutenir le jet de vapeur et la plaque supérieure doit être suffisamment robuste pour résister à la pression exercée par la vapeur, si l'ensemble est utilisé en mode fermé (sans le porte-capteur, avec évacuation du condensat). La plupart des générateurs de vapeur de petite taille peuvent produire des pressions de vapeur de 600 kPa (87 lb/po²) et, compte tenu des dimensions de la plaque supérieure [environ 150 mm (5,91 po) de diamètre], le bâti doit pouvoir supporter une force de réaction d'au moins 12 000 N (2697,71 lbf).

A.2.1.2 Capteur : Le capteur utilisé doit être du type simulateur de peau et être doté d'un thermocouple monté en surface pour en déterminer la température. Le capteur doit mesurer 20 mm (0,79 po) de diamètre et au moins 20 mm (0,79 po) d'épaisseur, comme il est indiqué à la figure A2. Un thermocouple de type T, aplati à simple épaisseur de 0,10 mm (0,0039 po) ou moins doit être collé à la surface avec un adhésif convenant à une utilisation continue à 150 °C¹. Le thermocouple doit être placé de sorte que le joint du thermocouple se trouve le plus près possible du centre de la surface supérieure du capteur. L'inertie thermique du capteur simulateur de peau doit être de 2,2 kJ/(m⁴ K² s) ± 20 %. D'autres types de capteurs peuvent être utilisés, mais ils ne seront pas nécessairement conformes à l'analyse fournie à l'annexe C.

A.2.1.3 Générateur de vapeur : Le générateur de vapeur utilisé doit pouvoir produire un débit massique minimal de 6 kg (13,23 lb) de vapeur par heure à une pression de 207 kPa (30 lb/po²) manométrique. Des générateurs de vapeur électriques ou au gaz sont acceptables. D'autres sources de vapeur pourraient être acceptées, pourvu qu'elles respectent les exigences relatives au débit massique et à la pression.

A.2.1.4 Séparateur de gouttelettes : Le séparateur de gouttelettes sert à maintenir la température de la vapeur produite par le générateur de vapeur à la température de saturation en fonction de la pression établie pour les essais (pression de consigne). Il sert également à éliminer les condensats par séparation inertielle afin que le spécimen d'essai soit exposé à de la vapeur exempte de gouttelettes, ou vapeur sèche. Le tableau A1 présente les températures de saturation de la vapeur à différentes pressions. Il peut servir à vérifier que la vapeur utilisée pour les essais est exempte de gouttelettes ou sèche. La figure A3 illustre les dimensions d'un séparateur de gouttelettes chauffé à l'électricité, qui maintient adéquatement les conditions de vapeur.

¹ Un adhésif extensible, comme le M-Bond 610 de Vishay est jugé acceptable.

Tableau A1 — Propriétés de la vapeur à diverses pressions

Pression manométrique kPa (lb/po ²)	Température de saturation °C	Masse volumique de la vapeur kg/m ³ (lb/vg ³)
0	100	0,523 (0,882)
50 (7,25)	111,6	0,785 (1,323)
100 (14,50)	120,5	1,05 (1,77)
150 (21,75)	127,6	1,32 (2,22)
200 (29,00)	133,7	1,59 (2,68)
250 (36,25)	139	1,86 (3,14)
300 (43,50)	143,8	2,13 (3,59)

A.2.1.5 Buse de pulvérisation de vapeur : Le jet de vapeur qui entre en contact avec le tissu est produit en faisant circuler de la vapeur dans une vanne de commande électrique ou pneumatique jusqu'à un tube en acier inoxydable ayant un diamètre extérieur de 6,35 mm (0,25 po) et un diamètre intérieur de 4,6 mm (0,18 po) placé à 50 ± 2 mm ($1,97 \pm 0,79$ po) au-dessus de la surface supérieure du capteur. Pendant les essais, purger une petite quantité de vapeur du système afin que toutes les canalisations jusqu'à la buse et la vanne soient suffisamment chaudes pour éviter toute condensation. À défaut de ce faire, il est probable que la vapeur se condense à l'intérieur des canalisations et que de l'eau chaude en grande quantité (plutôt que de la vapeur) peut se former et s'écouler sur le spécimen avant l'arrivée de la vapeur sèche.

A.2.1.6 Vanne de commande de la vapeur : La vanne utilisée pour commander le débit de vapeur pendant un essai doit fonctionner par commande électrique ou pneumatique et être du type normalement fermée; elle doit également convenir à une utilisation avec de la vapeur haute pression.

A.2.1.7 Porte-capteur et évacuation du condensat : Le porte-capteur sert à retenir le capteur simulateur de peau à une position donnée et à évacuer la vapeur condensée qui traverse le spécimen.

A.2.1.8 Dispositif de retenue du tissu (vapeur) : Le dispositif de retenue du spécimen doit consister en un anneau en PTFE usiné de façon à ce que la vapeur puisse s'échapper par le dessus de la surface du matériau à l'essai. Le dispositif doit être conforme aux dimensions indiquées à la figur A4.

A.2.1.9 Système d'acquisition de données : Le système d'acquisition de données doit convenir à une utilisation avec des thermocouples, avoir une résolution minimale de $0,1$ °C et pouvoir échantillonner au moins 10 points par seconde.

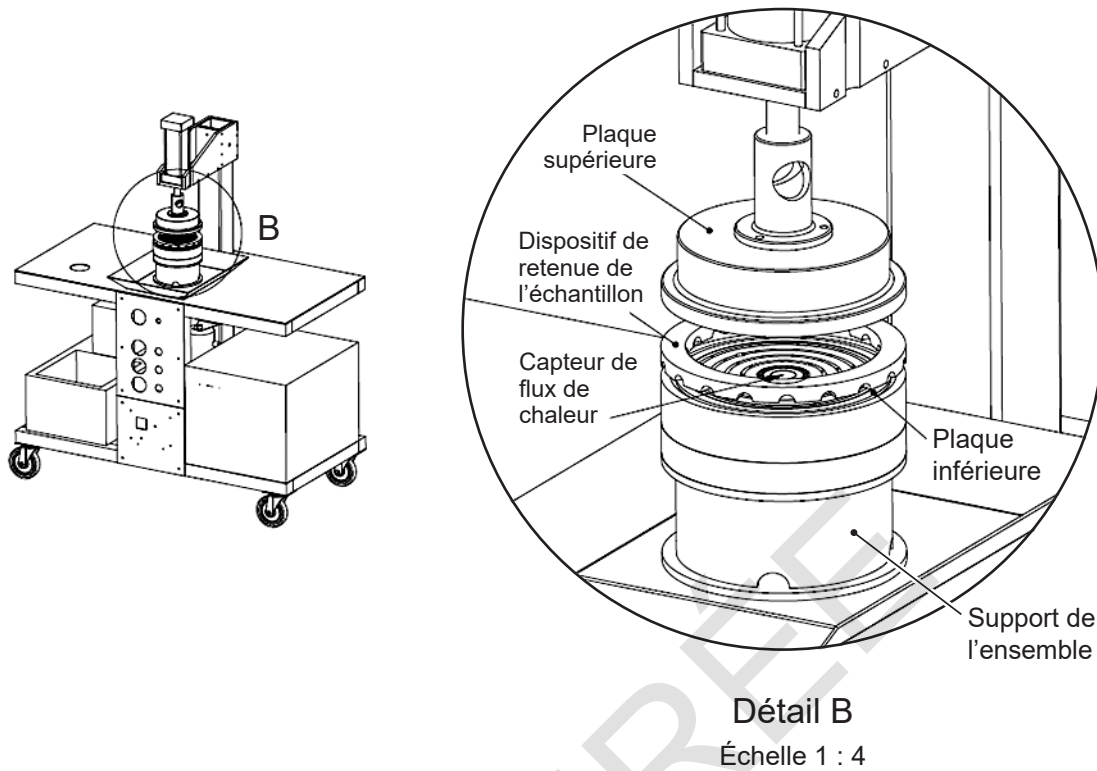


Figure A1 — Équipement d'essai doté de l'appareillage utilisé pour l'essai de protection contre la vapeur
(les autres pièces d'équipement, comme le chauffe-eau et le séparateur de gouttelettes, ne sont pas illustrées)

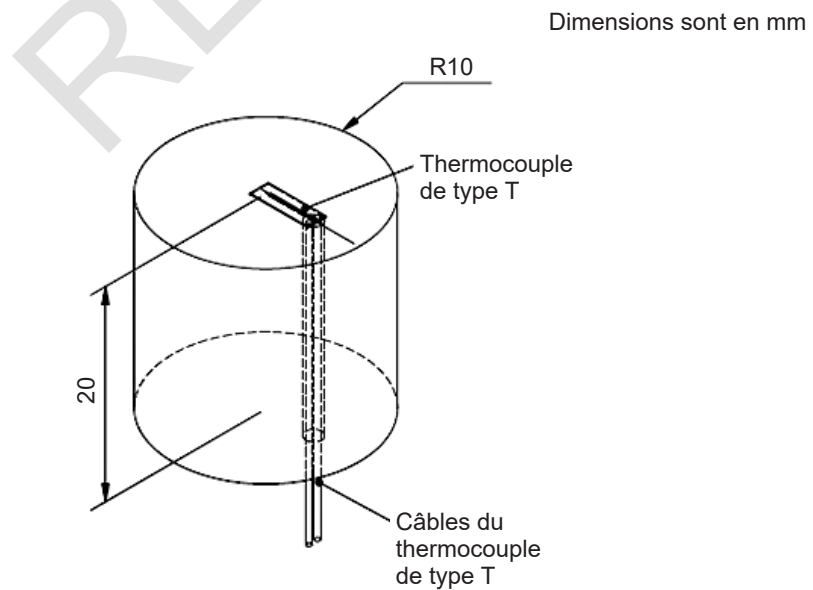
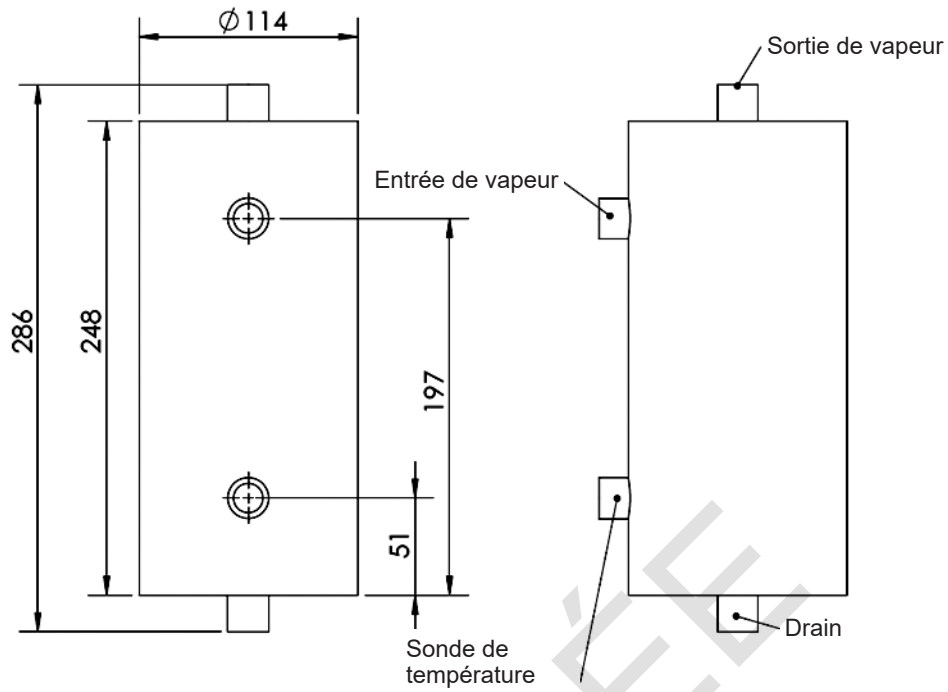


Figure A2 — Capteur de flux de chaleur



Note : toutes les dimensions sont approximatives

Figure A3 — Séparateur de gouttelettes chauffé à l'électricité

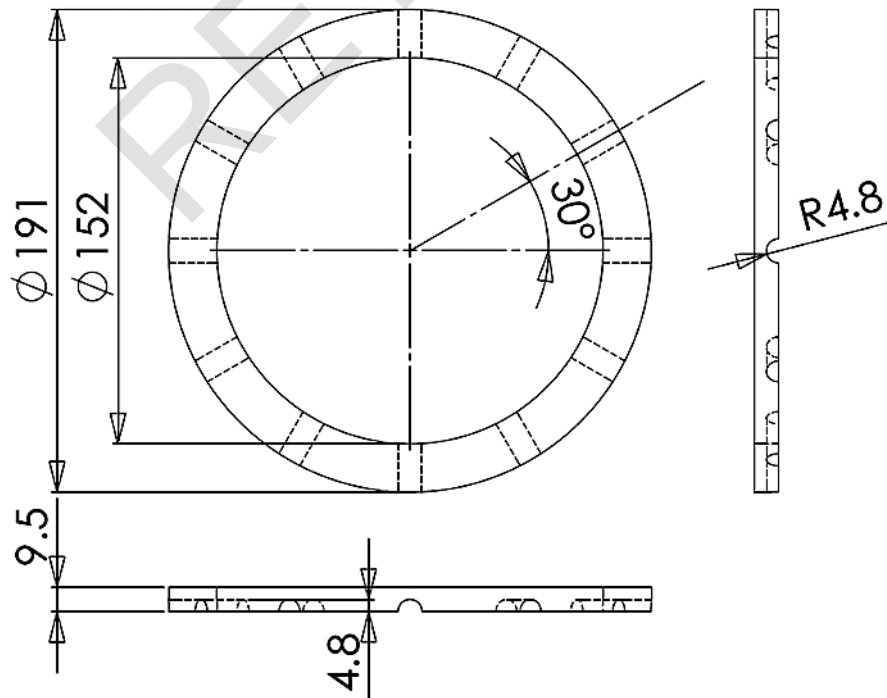


Figure A4 — Dispositif de retenue de l'échantillon en PTFE utilisé avec l'appareillage pour l'essai de protection contre la vapeur

A.2.2 Essai de protection contre l'eau chaude

L'appareillage utilisé pour l'essai de protection contre l'eau chaude comprend un bain à circulation d'eau et à température constante, une vanne de commande et un capteur pour mesurer le transfert d'énergie au travers du tissu ou du système de tissus (voir figure A5).

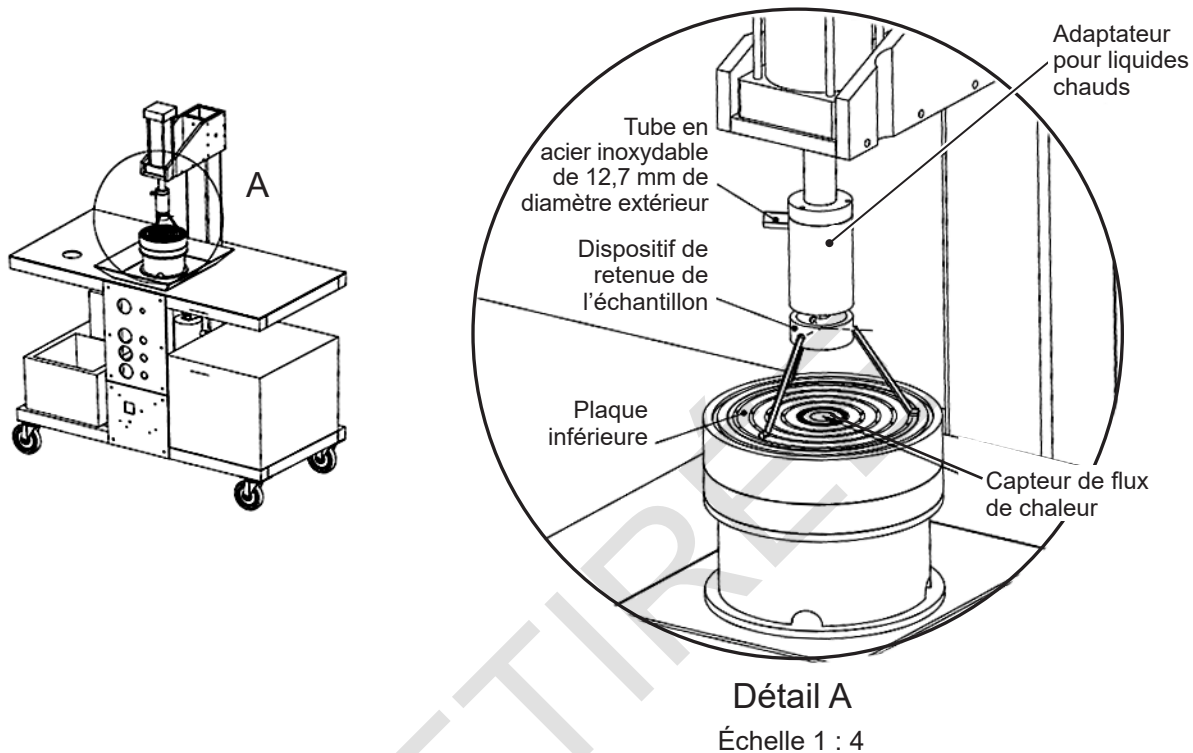


Figure A5 — Équipement d'essai doté de l'appareillage utilisé pour l'essai de protection contre l'eau chaude

A.2.2.1 Bain d'eau : Un bain à circulation d'eau doit être utilisé pendant l'essai pour maintenir la température de l'eau à ± 1 °C de la température établie. Il doit pouvoir fonctionner à une plage de température oscillant entre la température ambiante et la température d'ébullition, et acheminer 100 mL/s (3,38 oz/s) d'eau chaude jusqu'à la vanne de commande et la buse de pulvérisation d'eau.

A.2.2.2 Vanne de commande : La vanne de commande utilisée pour l'essai d'exposition à l'eau doit convenir à une utilisation à une température près du point d'ébullition de l'eau (100 °C). Elle doit être du type à commande électrique ou pneumatique et à passage intégral pour éviter de réduire le débit d'eau jusqu'à la buse. La vanne doit s'ouvrir en au plus 0,5 s et être actionnée par le système d'acquisition des données.

A.2.2.3 Buse de pulvérisation d'eau : La buse de pulvérisation d'eau doit être en acier inoxydable 316, mesurer 12,7 mm (0,5 po) de diamètre extérieur avec les angles ébavurés. La paroi du tube doit mesurer 0,9 mm (0,035 po) d'épaisseur. Voir la figur A5.

A.2.2.4 Dispositif de retenue du tissu (eau) : Le dispositif de retenue du tissu utilisé pour l'essai de protection contre les liquides chauds doit être construit de manière à tenir le tissu en place pendant l'essai et à maintenir un espacement de 75 ± 2 mm ($2,95 \pm 0,079$ po) entre la sortie de la buse de pulvérisation d'eau et la surface supérieure du tissu à l'essai. À cette fin, un trépied est illustré en détail à la figur A5. La plaque inférieure présentée à la figur A5 doit être ajustée de manière à former un angle de $5 \pm 1^\circ$ par rapport à l'horizontale pour que l'eau puisse s'écouler du spécimen d'essai.

A.3 Étalonnage et normalisation

A.3.1 Les températures relativement basses de la vapeur et des liquides chauds utilisés pour les essais indiquent que les forces motrices pour le transfert d'énergie sont faibles. Il est crucial que les composants utilisés (plaque supérieure, support de l'échantillon, plaque inférieure) soient chauds avant de commencer les essais. Si les composants ne sont pas chauds, la quantité d'énergie absorbée indiquée par le capteur semblera, selon toute vraisemblance, faible. En tel cas, une série d'essais à blanc devraient être effectués pour permettre à l'équipement d'atteindre la température de service. Il est permis de couvrir le capteur pendant ces essais afin de réduire au minimum le temps requis pour que le capteur refroidisse et atteigne la température d'activation de 30 °C nécessaire à l'exécution des essais.

A.3.2 Alimentation en vapeur

La pression de vapeur doit se situer entre 207 ± 10 kPa ($30 \pm 1,5$ lb/po²) manométriques. Avant de commencer les essais, il est important de laisser un délai suffisant pour que l'équipement se réchauffe. Une petite quantité de vapeur doit circuler en continu dans le circuit pour que toutes les canalisations demeurent chaudes entre les essais.

A.3.3 Exposition à la vapeur

Les conditions d'exposition doivent être vérifiées au début et à la fin de chaque série d'essais, pendant un essai de protection contre la vapeur sans spécimen d'essai. Un essai à blanc de cette nature devra produire une quantité d'énergie absorbée de 525 ± 25 kJ/m² ($12,5 \pm 0,6$ cal/cm²) sur toute la période d'essai de 60 s. Dans le cas où l'essai à blanc ne donne pas le résultat de 525 ± 25 kJ/m² ($12,5 \pm 0,6$ cal/cm²), il faut refroidir le capteur à la température d'activation de 30 ± 1 °C et refaire l'essai à blanc.

A.3.4 Alimentation en eau chaude

La température de l'eau chaude doit être de 85 ± 2 °C. Étalonner le système en réglant la température et le débit d'eau et exposer le capteur (non couvert) à un jet d'eau chaude. Régler le débit d'eau à l'aide d'une vanne, de manière à obtenir un débit de $1 \pm 0,01$ L ($33,8 \pm 0,3$ oz) d'eau en 10 s [100 ± 1 mL/s ($3,38 \pm 0,03$ oz/s)].

A.3.5 Exposition à l'eau chaude

Les conditions d'essai doivent être vérifiées au début et à la fin de chaque série d'essais, sans spécimen d'essai. Cet essai à blanc devra produire une quantité d'énergie absorbée de 400 ± 40 kJ/m² ($9,6 \pm 0,96$ cal/cm²) sur toute la période d'essai de 60 s. Dans le cas où l'essai à blanc ne donne pas le résultat de 400 ± 40 kJ/m² ($9,6 \pm 0,96$ cal/cm²), il faut refroidir le capteur à la température d'activation de 30 ± 1 °C et refaire l'essai à blanc.

A.3.6 La température de la vapeur et de l'eau chaude utilisées pour chacune des méthodes d'essai décrites en A.3.2 et A.3.4 n'est pas beaucoup plus élevée que la température normale de la surface de la peau. Les résultats obtenus dépendent de la température d'activation du capteur simulateur de peau. Pour cette raison, l'essai doit être effectué à la température d'activation du capteur, soit à 30 ± 1 °C. Prendre note qu'avec ce type de capteur, il est important que la température du capteur soit uniforme et respecte les tolérances, pas seulement la surface du capteur. Si la température du capteur se situe à l'extérieur des tolérances, chauffer ou refroidir le capteur pour le ramener à la bonne température avant d'entreprendre l'évaluation des matériaux. Si le capteur et/ou l'équipement doit être réchauffé, il pourrait être nécessaire de réaliser des essais à blanc. S'il doit par contre être refroidi, il faudra peut-être ouvrir l'appareillage et faire circuler de l'air au moyen d'un ventilateur.

A.4 Spécimens d'essai

A.4.1 Les échantillons de laboratoire doivent être préconditionnés et conditionnés conformément à la norme CAN/CGSB-4.2 N° 2.

A.4.2 Au moins cinq spécimens représentatifs de l'échantillon de laboratoire doivent être soumis à chacun des essais². Chaque spécimen doit mesurer 200 ± 5 mm ($7,87 \pm 0,2$ po) de diamètre ou $200 \times 200 \pm 5$ mm ($7,87 \times 7,87 \pm 0,2$ po), et deux côtés doivent être parallèles à la chaîne, les colonnes ou le sens machine du tissu. Aucun spécimen ne doit être coupé à moins de 10 % de la largeur de l'échantillon à partir du bord.

A.4.3 Les spécimens doivent être mis à l'essai dans les 5 min suivant leur retrait de l'atmosphère de conditionnement décrit en A.4.1. Le fait de placer les spécimens dans un sac de plastique scellé avant de les retirer de l'atmosphère de conditionnement jusqu'au moment où l'essai sera effectué permettra de retenir l'humidité dans les spécimens.

A.5 Mode opératoire

A.5.1 Essai de protection contre la vapeur

A.5.1.1 Vérifier que la température d'activation du capteur est de 30 ± 1 °C. Si la température du capteur se situe à l'extérieur de ces limites, chauffer ou refroidir le capteur, selon le cas, afin de le ramener à la bonne température avant le début de l'essai.

A.5.1.2 Placer le spécimen sur la plaque inférieure de sorte qu'il soit centré et qu'il recouvre le capteur simulateur de peau. La surface extérieure mise à l'essai du tissu doit faire face au jet de vapeur. Plusieurs épaisseurs peuvent être mises à l'essai en plaçant chaque épaisseur dans l'ordre selon lequel elles seront utilisées (l'épaisseur qui sera la plus près du corps doit se trouver contre le capteur).

A.5.1.3 Placer l'anneau d'écartement en PTFE sur le spécimen de façon qu'il soit concentrique par rapport à la plaque inférieure. Abaisser la plaque supérieure jusqu'à ce que celle-ci touche à l'anneau en exerçant une faible pression. Le spécimen doit être retenu entre les plaques supérieure et inférieure par la compression de l'anneau d'écartement sur le spécimen. Il n'est pas nécessaire d'appliquer une grande force pour retenir le spécimen.

A.5.1.4 Commencer l'essai à l'aide du système d'acquisition des données ou du système de commande. La durée d'exposition au jet de vapeur doit être de $10 \pm 0,1$ s. L'essai doit débuter au moment où l'électrovanne qui régule la vapeur est activée et se terminer lorsqu'elle est désactivée.

A.5.1.5 Lorsque la période d'enregistrement de 60 s s'est écoulée, relâcher les plaques supérieure et inférieure, retirer le spécimen et laisser le capteur refroidir jusqu'à ce que celui-ci atteigne la température d'activation (30 ± 1 °C).

A.5.1.6 Avant de poser un autre spécimen sur l'appareillage, patienter au moins 10 min pour laisser le capteur atteindre un équilibre thermique. Entre les essais, il est possible de placer un linge ou un autre matériau absorbant sur le capteur afin de recueillir toute goutte de condensat de vapeur s'écoulant sur le capteur depuis la plaque supérieure. Attendre également que la pression de vapeur atteigne la pression initiale avant de répéter l'essai.

A.5.2 Essai de protection contre l'eau chaude

A.5.2.1 Vérifier que la température d'activation du capteur est de 30 ± 1 °C. Si la température du capteur se situe à l'extérieur de ces limites, chauffer ou refroidir le capteur, selon le cas, afin de le ramener à la bonne température avant le début de l'essai.

A.5.2.2 Placer le spécimen sur la plaque inférieure de sorte qu'il soit centré et qu'il recouvre le capteur simulateur de peau. La surface extérieure mise à l'essai du tissu doit faire face au jet d'eau. Plusieurs épaisseurs peuvent être mises à l'essai en plaçant chaque épaisseur dans l'ordre selon lequel elles seront utilisées (l'épaisseur qui sera la plus près du corps doit se trouver contre le capteur).

² Si l'exactitude des résultats est spécifiée, se reporter à la norme CAN/CGSB-4.2 N° 1 pour déterminer le nombre de spécimens d'essai requis. Autrement, mettre à l'essai cinq spécimens. Veuillez consulter la source en 2.1.1 pour obtenir une copie de CAN/CGSB-4.2 N° 1 *Précision et exactitude des mesures*.

A.5.2.3 Placer le dispositif de retenue du tissu (trépied ou autre dispositif approprié) de sorte que celui-ci retienne le spécimen d'essai tout en permettant à l'eau de s'écouler du spécimen. Avant de commencer l'essai, abaisser la buse de pulvérisation d'eau de sorte que l'espacement entre la sortie d'eau et le dessus du tissu soit de 75 ± 2 mm ($2,95 \pm 0,079$ po).

A.5.2.4 Commencer l'essai à l'aide du système d'acquisition des données ou système de commande. Le débit d'eau doit être de $10 \pm 0,1$ s. L'essai doit débuter au moment où la vanne de régulation du débit est activée et se terminer lorsque la vanne est désactivée.

A.5.2.5 Lorsque la période d'enregistrement de 60 s s'est écoulée, retirer le spécimen et assécher le capteur (s'il est mouillé) et le laisser refroidir jusqu'à ce qu'il atteigne la température d'activation (30 ± 1 °C).

A.5.2.6 Avant de poser un autre spécimen sur l'appareillage, attendre au moins 10 min pour laisser le capteur atteindre un équilibre thermique. Entre les essais, il est possible de placer un linge ou un autre matériau absorbant sur le capteur afin de recueillir toute gouttelette d'eau s'écoulant sur le capteur depuis la plaque supérieure

A.6 Calculs des résultats

A.6.1 Pour tous les essais d'exposition, la période d'acquisition des données doit être de 60 s.

A.6.2 Déterminer l'énergie absorbée pendant la période de 60 s à l'aide des méthodes décrites à l'annexe D si un capteur de mesure de la température de surface est utilisé.

A.6.3 Déterminer la gravité des lésions cutanées (le cas échéant) au moyen des méthodes décrites à l'annexe D et consigner le temps requis, en secondes, pour que les blessures prévues se produisent (temps nécessaire pour qu'une brûlure au deuxième et au troisième degrés se produise).

A.7 Rapport

Consigner les renseignements suivants.

A.7.1 Décrire le matériau utilisé, y compris le nombre de spécimens et le nombre d'épaisseurs mis à l'essai – une seule épaisseur, plusieurs épaisseurs et ordre des épaisseurs.

A.7.2 Indiquer les résultats d'essai pour chaque échantillon de laboratoire, y compris a) temps moyen pour qu'une brûlure au deuxième degré se produise et écart-type; b) temps moyen pour qu'une brûlure au troisième degré se produise et écart-type; c) moyenne de l'énergie totale absorbée pendant la période d'enregistrement de 60 s et écart-type. L'annexe D contient une description générale des brûlures, la façon d'évaluer leur gravité ainsi que les données historiques.

Annexe B *(informative)*

Éléments à considérer pour la sélection de vêtements de travail de protection

B.1 Objectif

B.1.1 Ces pratiques recommandées contiennent des directives pour la sélection, l'utilisation, l'entretien, le retrait et la compréhension des limites des vêtements de protection contre une exposition imprévue aux feux à inflammation instantanée causés par des hydrocarbures. Elles s'adressent aux utilisateurs, aux employés et aux autres personnes participant à des programmes exigeant le port de ces vêtements de protection.

B.1.2 Le corps de la présente norme contient les exigences de rendement minimales et les méthodes d'essai visant les vêtements simple épaisseur et multiépaisseur. L'annexe B traite d'autres aspects concernant la sélection des vêtements de travail.

B.1.3 Les vêtements de travail de protection contre les feux à inflammation instantanée causés par les hydrocarbures sont accessibles auprès de divers fabricants, dans une gamme d'articles (combinaisons, pantalons, chemises, vestes, parkas, vêtements de pluie, vêtements à utilisation limitée, tabliers, etc.). Les vêtements de travail devraient être sélectionnés seuls ou en ensembles de manière à ce qu'ils couvrent le corps de la base du cou aux poignets et aux chevilles ainsi que la tête et le cou au besoin.

B.2 Utilisation de vêtements de travail de protection

B.2.1 On recommande que le vêtement du dessus d'un ensemble de protection soit conforme aux exigences de la norme CAN/CGSB-155.20. L'utilisation d'un vêtement qui brûle, fond ou dégoutte par-dessus un vêtement conforme à la norme CAN/CGSB-155.20 pourrait causer des brûlures.

B.2.2 Pour une protection maximale, le vêtement de travail de protection devrait être porté correctement : les devants complètement attachés, la chemise rentrée dans le pantalon, le col fermé, les manches portées longues et les poignets attachés.

B.2.3 Les vêtements de protection sont plus efficaces lorsqu'ils sont portés par-dessus une simple épaisseur additionnelle qui ne fond pas.

B.2.4 Les vêtements résistant aux flammes (RF) à utilisation limitée ne devraient être portés que par-dessus un vêtement de travail RF ou un vêtement de pluie RF conforme à la norme CAN/CGSB-155.20.

B.2.5 Les protecteurs pour le cou, la tête, les mains et les pieds ne devraient être portés que si un danger professionnel en justifie le port.

B.2.6 Certains vêtements en fibres synthétiques ou en mélange de fibres synthétiques portés comme sous-vêtements pourraient ne pas convenir à une utilisation avec des vêtements de travail RF, car la chaleur transférée d'un feu à inflammation instantanée pourrait entraîner leur fusion. Il est plutôt recommandé d'utiliser des sous-vêtements qui ne fondent pas (p. ex. coton, aramide, laine).

B.3 Limites des vêtements de travail de protection

B.3.1 Les vêtements de protection décrits dans le présent document constituent une mesure de protection contre une exposition imprévue à des feux à inflammation instantanée causés par les hydrocarbures pendant des périodes de temps relativement courtes. Les vêtements de protection peuvent servir à réduire la gravité des brûlures résultant d'un feu à inflammation instantanée, mais ne peuvent empêcher complètement une blessure. Les vêtements qui continuent de brûler après un feu à inflammation instantanée sont dangereux. La norme CAN/CGSB-155.20 a été élaborée pour réduire au minimum ce danger.

B.3.2 Les vêtements devraient être inspectés régulièrement pour détecter les dommages physiques, le fonctionnement des fermetures, l'état des coutures, la contamination et d'autres facteurs qui peuvent influencer sur le fonctionnement ou le rendement du vêtement. Périodiquement, selon l'utilisation et l'usure du vêtement de protection, un échantillon représentatif des vêtements doit être retiré du service et mis à l'essai à l'égard de certaines exigences de rendement (choisies à la discrétion de l'utilisateur) de la norme CAN/CGSB-155.20. Ces résultats peuvent être utilisés pour évaluer la durée de vie en service des vêtements.

B.4 Aspects à considérer pour la sélection de vêtements de travail de protection

B.4.1 La sélection de vêtements de protection devrait être fondée sur l'évaluation de critères précis applicables à une situation professionnelle particulière. Cette évaluation devrait être fondée sur des analyses des risques, des procédures de sécurité au travail, des normes industrielles et une réglementation en matière de santé et de sécurité au travail.

B.4.1.1 On recommande fortement que cette évaluation comprenne une analyse des risques dans le milieu de travail pour déterminer le besoin de porter des vêtements RF.

B.4.1.2 La sélection des vêtements de travail de protection devrait être fondée sur les paramètres présentés au tableau B1.

Tableau B1 – Sélection des vêtements de travail de protection

<u>Aspects liés au milieu de travail</u>
<ul style="list-style-type: none"> – Exigences physiques du travail – Détermination des limites ergonomiques et des entraves pour exécuter les tâches professionnelles – Conditions climatiques (p. ex. température, humidité)
<u>Durabilité du vêtement</u>
<ul style="list-style-type: none"> – Résistance des coutures à la rupture – Glissement des coutures
<u>Conception du vêtement</u>
<ul style="list-style-type: none"> – Aspect – Exigences relatives à la visibilité – Confort – Taille et ajustement (de l'air emprisonné dans un vêtement peut améliorer le degré de protection que celui-ci offre; un vêtement mal ajusté peut présenter un danger de trébuchement) – Fonctionnalité en ce qui concerne les activités professionnelles – Les accessoires héraldiques ne résistant pas aux flammes fixés sur l'extérieur du vêtement (p. ex. logos, bandes patronymiques, éléments graphiques sérigraphiés, etc.) doivent être limités au minimum, tant en surface occupée qu'en nombre.

Caractéristiques du tissu

- Résistance à la déchirure
- Résistance à la rupture
- Résistance à l'abrasion
- Boulochage
- Stabilité dimensionnelle
- Solidité de la couleur au lavage (domestique, commercial et nettoyage à sec)
- Solidité de la couleur aux rayons du soleil
- Propriétés de gestion de l'humidité

B.5 Conditions relatives à l'électricité statique

B.5.1 Le corps humain peut accumuler beaucoup d'électricité statique; il constitue donc un risque important d'électricité statique. Dans les cas où l'électricité statique constitue un risque important, il est crucial que le corps de l'utilisateur soit mis à la terre, peu importe le type de vêtement qu'il utilise. Le frottement entre les épaisseurs de vêtement ou entre un vêtement et d'autres surfaces peut produire une charge d'électricité statique d'une intensité suffisante pour enflammer des atmosphères combustibles. Il est important de réduire l'accumulation d'électricité statique par les vêtements de travail afin d'empêcher ces derniers de devenir une source d'inflammation en cas de décharge.

B.5.2 Les travailleurs doivent éviter d'enlever leurs vêtements lorsqu'ils se trouvent dans une zone à risque élevé, car cela peut produire une charge électrostatique.

B.5.3 Les employeurs doivent adopter des méthodes pour mettre les travailleurs à la terre dans les endroits où l'électricité statique pourrait être une source d'inflammation, plutôt que de se fier aux vêtements comme seule méthode pour dissiper la charge électrostatique.

B.5.4 Les tissus qui incorporent des fibres conductrices sont réputés efficaces pour réduire le potentiel de production et de stockage d'une charge électrostatique dans un vêtement. Ces tissus peuvent faire partie d'une approche globale pour limiter la décharge électrostatique de même que des bracelets de mise à la masse, des chaussures conductrices et des revêtements de sol conducteurs.

B.5.5 Plusieurs méthodes d'essai existent pour mesurer le rendement des matériaux en matière d'électricité statique. Le choix d'une méthode appropriée et des conditions d'essai devrait être fondé sur les dangers et les risques associés au milieu de travail.

B.5.6 La décomposition statique est mesurée à l'aide de la méthode d'essai 5931 de la norme Federal Standard 191A.

B.6 Entretien d'un vêtement de travail de protection

B.6.1 Les vêtements de travail doivent toujours être propres. Il est impératif de les décontaminer convenablement par lavage ou nettoyage à sec, selon les recommandations du fabricant, afin de conserver leurs propriétés thermiques et leur résistance à la flamme. Les souillures peuvent réduire les propriétés de protection et augmenter le risque de brûlure au deuxième et au troisième degrés. Les vêtements qui sont souillés par un nombre important de substances inflammables (p. ex. taches d'huile, solvants, carburant, insecticide) devraient être décontaminés (ou nettoyés) pour éliminer toutes ces substances.

B.6.2 L'entretien des vêtements de protection exige de les laver ou de les nettoyer à sec suffisamment pour empêcher l'accumulation de taches persistantes qui pourraient diminuer leur résistance à la flamme. Il est possible d'éliminer les taches huileuses en les frottant avec un détergent liquide ou un détergent en poudre mélangé avec de l'eau ou en utilisant un détachant de pré-lavage recommandé pour les taches d'huile. Suivre les recommandations du fournisseur du détergent concernant les formules de nettoyage, y compris la concentration du produit, les températures de nettoyage, les charges recommandées pour les laveuses et le nombre de cycles requis pour bien nettoyer le vêtement.

B.6.3 Il faut se conformer aux instructions indiquées sur l'étiquette d'entretien du vêtement; ces instructions sont importantes pour conserver les propriétés de résistance à la flamme des vêtements de protection.

B.6.4 Certains savons et détergents utilisés pour le nettoyage à sec peuvent rapidement compromettre la résistance à la flamme des vêtements de protection. Certaines précautions sont essentielles lorsqu'il faut utiliser des solvants de pétrole, car certains solvants pourraient laisser des dépôts inflammables qui réduisent les propriétés protectrices du vêtement.

B.6.5 Les réparations devraient uniquement être réalisées avec des composants qui satisfont aux exigences de confection du vêtement d'origine.

Annexe C

(normative)

Essai d'exposition du vêtement complet aux liquides chauds ou à la vapeur

C.1 Généralités

C.1.1 La présente méthode d'essai décrit le mode opératoire utilisé pour prévoir les brûlures cutanées avec des vêtements simple épaisseur ou des ensembles de vêtements de protection montés sur un mannequin instrumenté stationnaire. Ces vêtements sont ensuite exposés en laboratoire à un liquide chaud ou à de la vapeur dans des conditions contrôlées de température, de distribution spatiale et de durée.

C.1.2 La prévision de brûlure cutanée est fondée sur un certain nombre d'expériences au cours desquelles les avant-bras de sujets humains ont été exposés à des températures élevées. Ces données concernant les brûlures des avant-bras sont appliquées uniformément au corps complet, sauf les mains et les pieds, qui ne sont pas inclus dans la prévision de brûlure cutanée.

C.1.3 L'annexe D contient une description générale d'une brûlure, la méthode de calcul et des notes historiques.

C.2 Appareillage

C.2.1 Mannequin instrumenté : Un mannequin en position debout ayant des dimensions représentant un humain adulte doit être utilisé.

C.2.2 Taille et forme du mannequin : Le mannequin doit comporter une tête, un cou, une poitrine et un dos, un abdomen et des fesses, des bras, des mains, des jambes et des pieds. Les dimensions du mannequin doivent correspondre à celles requises pour des vêtements de taille normale, car des différences dans l'ajustement influenceront sur les résultats. Un mannequin mâle ayant les tailles spécifiées au tableau C1 a été jugé satisfaisant pour évaluer les vêtements ou les ensembles de protection. Le mannequin doit être fabriqué en matériaux non métalliques : la fibre de verre renforcée de résine de vinylester d'au moins 3 mm (0,12 po) d'épaisseur a été jugée efficace.

C.2.3 Capteurs d'énergie thermique : Au moins 100 capteurs d'énergie thermique doivent être utilisés. La distribution en pourcentage est donnée au tableau C2. Ils doivent être distribués le plus uniformément possible sur le mannequin. Chaque capteur doit avoir la capacité de mesurer le flux de chaleur incidente sur une plage de 0,0 à 165 kW/m². Cette plage permet d'utiliser les capteurs de manière à établir le niveau d'exposition en exposant directement le mannequin à des liquides chauffés pendant un essai sans les vêtements ou l'ensemble de vêtements de protection utilisés pour les essais. Elle permet également de mesurer le transfert de chaleur vers le mannequin lorsque celui-ci est recouvert des vêtements ou de l'ensemble de vêtements de protection utilisés pour les essais.

C.2.3.1 Les capteurs doivent être fabriqués en un matériau comportant des caractéristiques thermiques et physiques connues qui serviront à indiquer le flux de chaleur variable en fonction du temps enregistré par les capteurs. Le temps de réaction minimal des capteurs est de 0,1 s.

C.2.4 Système d'acquisition des données : Un système avec la capacité d'acquisition et de stockage des résultats des mesures enregistrées par chaque capteur doit être fourni et il doit pouvoir consigner les résultats au moins dix fois par seconde pendant la période d'acquisition des données.

Tableau C1 — Mensurations du mannequin mâle

Emplacement	Dimension cm	Dimension po
Stature	180,3 ± 1,3	71 ± 0,5
Circonférence à la poitrine, partie la plus large (tour de poitrine)	102,9 ± 1,9	40,5 ± 0,75
Centre de la base du cou au dos jusqu'au poignet, mesuré en travers des épaules et le long de la partie externe du bras (longueur du cou au poignet)	79,4 ± 2,5	31,25 ± 1,0
Haut de l'épaule jusqu'au poignet le long du bras (longueur du bras)	61 ± 2,5	24 ± 1,0
Circonférence au bras à la partie la plus large entre l'épaule et le coude (tour de bras)	30,5 ± 0,6	12 ± 0,25
Circonférence à la taille à la partie la plus étroite (tour de taille)	85 ± 1,3	33,5 ± 0,5
Fourche au talon le long de l'intérieur de la jambe (hauteur de la fourche moins hauteur de la cheville)	86,4 ± 2,5	34 ± 1,0
Circonférence aux hanches à la partie la plus large (tour de hanches)	101,6 ± 1,9	40 ± 0,75
Centre de la base du cou au dos jusqu'à la taille (longueur du centre du dos à la taille)	42,5 ± 1,9	16,75 ± 0,75
Taille à la base du talon (hauteur de la taille)	115,6 ± 5,0	45,5 ± 2,0
Circonférence aux cuisses à la partie la plus large entre la fourche et le genou (tour de cuisse)	58,4 ± 1,3	23 ± 0,5

NOTE Les unités métriques sont les unités de mesure principales. Les unités anglo-saxonnes sont données à titre de référence.

Tableau C2 — Surface en pourcentage de la forme du mannequin mâle représentée par des capteurs

Pourcentage de la surface du corps	
Tête	7
Tronc	40
Bras	16
Cuisses	22
Jambes inférieures et mollets	15
Mains et pieds	0
Total	100

C.2.5 Programme d'évaluation des brûlures : Un programme informatique ayant la capacité de recevoir les signaux de sortie des capteurs d'énergie thermique doit être utilisé pour calculer le flux de chaleur à la surface en fonction du temps, calculer les températures dans les couches cutanées et sous-cutanées (tissus adipeux) en fonction de la profondeur et du temps et prévoir une blessure au deuxième ou au troisième degré pour chaque capteur à l'aide d'un modèle de brûlure cutanée. La brûlure totale prévue et le pourcentage de brûlure prévu doivent être calculés en utilisant seulement les capteurs associés à une brûlure au deuxième et au troisième degrés. Les exigences de calcul du programme sont indiquées à l'annexe D.

C.2.5.1 Le programme informatique doit, à tout le moins, calculer la brûlure de la peau prévue à l'interface de l'épiderme et du derme et à l'interface du derme et des couches sous-cutanées (tissus adipeux).

C.2.6 Chambre d'exposition : Une enceinte ventilée avec fenêtres et portes d'accès doit être fournie pour contenir le mannequin et l'appareillage utilisés pour l'essai d'exposition.

C.2.6.1 Taille de la chambre d'exposition

La taille de la chambre doit être suffisante pour permettre de circuler en toute sécurité autour du mannequin pour l'habiller sans accrocher ni déplacer accidentellement les buses de pulvérisation de liquide. Les dimensions intérieures minimales de la chambre doivent être 3 x 3 x 3 m (3,28 x 3,28 x 3,28 vg). Selon le degré d'étanchéité de la chambre, il peut se produire une hausse importante de la pression lorsque la vapeur est admise dans la chambre. Il faut veiller à ce que la chambre soit suffisamment solide pour éviter que la pression produite n'entraîne un bris majeur. Aucune taille maximale n'est prévue pour la chambre.

C.2.6.2 Température de la chambre

La température de la chambre avant un essai doit se situer entre 15° et 30 °C.

C.2.6.3 Système d'échappement de la chambre

Un système d'échappement à air forcé doit être fourni pour une extraction rapide des gouttelettes et de la vapeur d'eau après la période d'acquisition des données.

C.2.6.4 Dispositifs de sécurité de la chambre

La chambre d'exposition doit être munie de suffisamment de dispositifs de sécurité pour garantir un fonctionnement sûr de l'appareillage d'essai.

C.2.7 Système de distribution du liquide chaud : La chambre doit être munie d'un système de distribution servant à créer des expositions reproductibles. Un réseau de tuyaux et de vannes, installés conformément aux codes de sécurité locaux, doit être fourni pour distribuer en toute sécurité les liquides chauds aux buses de pulvérisation. Le réseau doit pouvoir distribuer des liquides chauds à un débit de 2 L/s (67,5 oz/s) pendant 10 s.

C.2.7.1 Les buses de pulvérisation d'eau chaude doivent être au nombre d'au moins 12, réparties en quatre groupes de trois, placées pour assurer la couverture du mannequin au complet pendant l'exposition. Les buses doivent pulvériser à un angle entre 15° et 30° et doivent être placées pour produire un chevauchement des surfaces de pulvérisation.

C.2.8 Système de distribution de la vapeur : La chambre doit être munie d'un système de distribution servant à créer des expositions reproductibles. Un réseau de tuyaux et de vannes, installés conformément aux codes de sécurité locaux, doit être fourni pour distribuer en toute sécurité de la vapeur aux buses de pulvérisation. Le réseau doit pouvoir maintenir la pression de vapeur à 10 % de la pression de consigne pendant les 10 s d'exposition.

C.2.8.1 Les buses de pulvérisation de vapeur doivent être au nombre d'au moins deux et doivent être placées de manière que les jets de vapeur arrosent directement la poitrine du mannequin instrumenté.

C.2.9 Zone de conditionnement des vêtements : La zone doit être maintenue à une température de 21 ± 2 °C et à une humidité relative de 65 ± 5 %. La zone de conditionnement doit être assez grande pour permettre une bonne circulation d'air autour des spécimens d'essai pendant le conditionnement.

C.3 Préparation et étalonnage de l'appareillage

Pour exposer en toute sécurité le mannequin instrumenté à un liquide chaud et à de la vapeur et évaluer le spécimen d'essai, il faut bien maîtriser la séquence de démarrage et d'exposition, qui est propre à l'appareillage d'essai. Certaines des étapes spécifiées exigent une exécution manuelle, d'autres sont lancées par un programme informatique, selon l'appareillage utilisé. Il faut suivre les étapes décrites dans la procédure d'exploitation de l'appareillage.

C.3.1 Conditions d'exposition aux liquides chauds

C.3.1.1 La température du liquide doit être fixée à 85 ± 3 °C pour l'eau et les autres liquides. La pression de vapeur doit être de 345 ± 20 kPa (50 ± 3 lb/po²) (manométrique) (température de saturation correspondante d'environ 148 °C).

C.3.1.2 Le débit du liquide doit être de $2 \pm 0,2$ L/s ($67,5 \pm 6,7$ oz/s) réparti plus ou moins également entre toutes les buses utilisées. Le débit doit être déterminé en recueillant et en mesurant le liquide distribué par les buses pendant la période d'exposition de 10 s.

C.3.2 Exposition du mannequin nu étalonné

C.3.2.1 Exposer le mannequin nu au liquide chaud pendant 10 s. Calculer un flux de chaleur moyen pendant l'exposition pour chaque capteur conformément à la figure C1. Calculer la moyenne de ces valeurs et l'écart-type. La moyenne est le degré d'exposition moyen au flux de chaleur dans les conditions d'essai et l'écart-type est une mesure de l'uniformité de l'exposition.

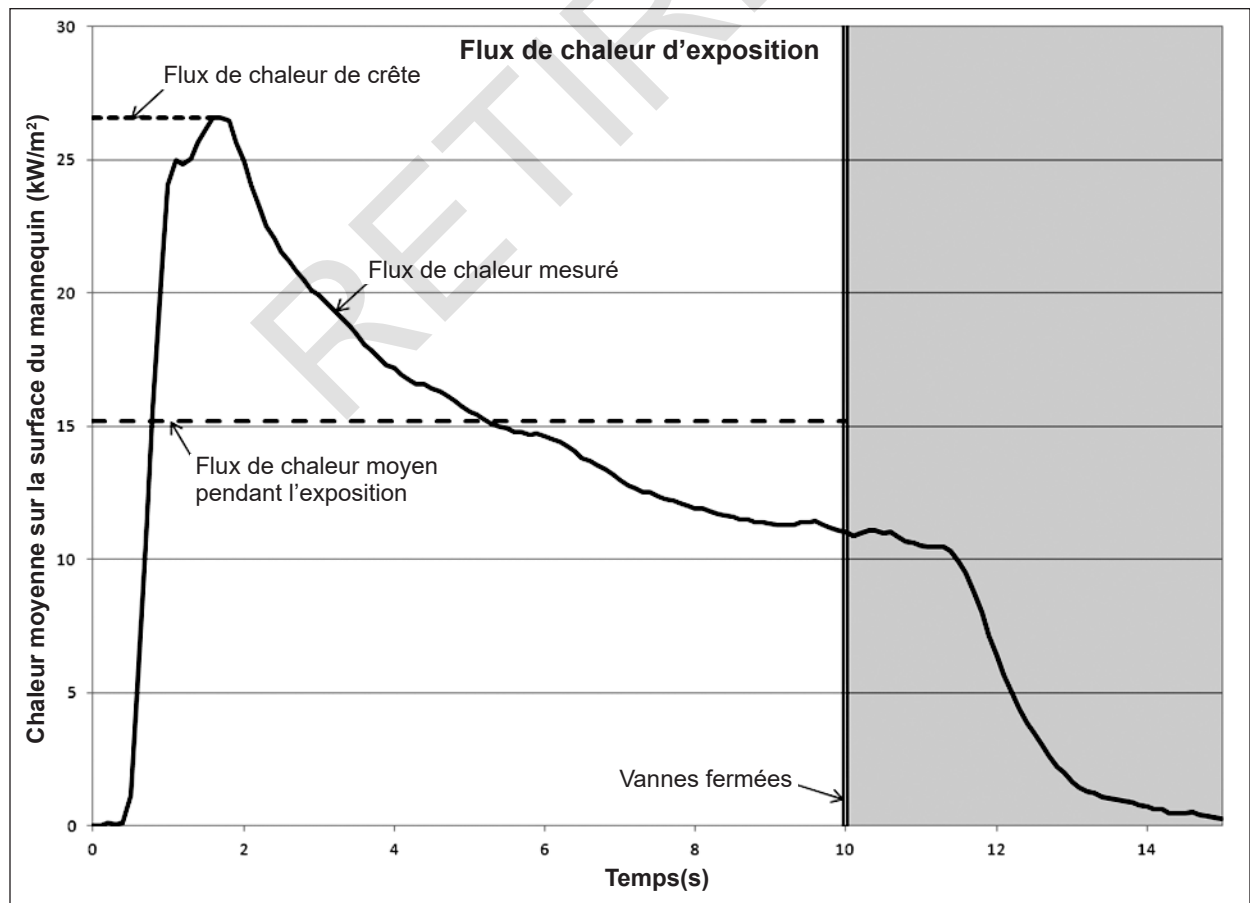


Figure C1 — Détermination du flux de chaleur moyen pour l'exposition du mannequin nu

C.3.2.2 Pour l'eau chaude, le flux de chaleur d'exposition moyen doit être de $15 \text{ kW/m}^2 \pm 2$ à $27 \text{ kW/m}^2 \pm 3$ conformément à C.3.2.1. Dans le cas contraire, régler la position des buses de pulvérisation, les débits et/ou les températures du liquide (dans les limites permises). Répéter les essais d'étalonnage jusqu'à l'obtention de la valeur spécifiée. Des étalonnages répétés du mannequin nu ne doivent être effectués que lorsque la température moyenne de tous les capteurs est inférieure à $30 \text{ }^\circ\text{C}$ et qu'aucun capteur individuel n'enregistre de température au-delà de $33 \text{ }^\circ\text{C}$ afin d'éliminer l'effet d'une température interne élevée ou de gradients de température sur le calcul du flux de chaleur.

C.3.2.3 Pour la vapeur, le flux de chaleur d'exposition moyen doit être de $7 \text{ kW/m}^2 \pm 1$ à $12 \text{ kW/m}^2 \pm 2$ en utilisant seulement les capteurs se trouvant au milieu de la poitrine du mannequin. L'exposition peut être ajustée en modifiant le nombre de jets de vapeur, la distance entre le mannequin et la buse de pulvérisation ou la pression de vapeur (dans les limites spécifiées)

C.3.2.4 L'étalonnage de l'exposition à un liquide chaud et à la vapeur d'un mannequin nu doit être fait chaque jour pendant le premier et le dernier essais. Consigner les résultats de cette exposition en tant que flux de chaleur moyen absorbé en kW/m^2 et le temps d'exposition en secondes. Consigner aussi l'écart-type des capteurs du mannequin, le pourcentage des capteurs indiquant les brûlures prévues au deuxième et au troisième degrés et la somme de ces deux valeurs pour donner un pourcentage total de brûlure prévue.

C.4 Spécimens d'essai

C.4.1 Spécimen

Un spécimen est un vêtement ou un ensemble de vêtements de protection. Faire l'essai d'au moins trois spécimens avec l'unité d'échantillonnage du laboratoire. Un plus grand nombre de spécimens peuvent être utilisés pour améliorer la précision des résultats d'essai.

C.4.2 Le vêtement de référence doit être une combinaison à manches longues, munie d'une fermeture à glissière métallique pleine longueur sur le devant, ne comportant ni poches ni ourlet de pantalon à revers. Une patte de fermeture à glissière pleine longueur en tissu posée sur l'intérieur doit couvrir la fermeture à glissière et le ruban pour empêcher un contact direct entre la fermeture à glissière et les capteurs du mannequin. Les spécimens d'essai doivent être conformes aux exigences en matière de taille spécifiées au tableau C3. Un patron numérisé conforme aux dimensions du tableau C3 peut être utilisé pour créer un vêtement de référence plus reproductible. Une combinaison taille 42 Régulier satisfait aux exigences du tableau C3.

C.4.2.1 Des vêtements différents du type ou des dimensions spécifiés au tableau C3 peuvent être utilisés, mais doivent être décrits en détail dans le rapport d'essai.

C.4.3 Lavage

Sauf si le vêtement est désigné comme non lavable, laver chaque vêtement avec un cycle de lavage et de séchage avant de le conditionner. Le lavage vise à enlever tout fini usine avant les essais.

C.4.3.1 Dans le cas des vêtements qui sont désignés comme lavables sur l'étiquette d'entretien, suivre la méthode de l'AATCC ou de l'ONGC décrite dans la norme AATCC, méthode d'essai 135³, (1, V, A, iii) ou la norme CAN/CGSB-4.2 N° 58-2004⁴.

C.4.3.2 Dans le cas des vêtements qui sont désignés comme devant être nettoyés à sec sur l'étiquette d'entretien, utiliser la procédure spécifiée dans les sections 17.2 et 17.3 de la norme AATCC, méthode d'essai 158.

³ AATCC Test Method 135 Dimensional Changes of Fabrics after Home Laundering.

⁴ CAN/CGSB-4.2 N° 58-2004 Changement dimensionnel des textiles au blanchissage domestique

C.4.4 Conditionnement

Conditionner chaque spécimen pendant au moins 24 h dans un environnement contrôlé à une température de 21 ± 2 °C et à une humidité relative de 65 ± 5 %. Chaque spécimen doit être soumis à l'essai dans les 30 min du retrait de la zone de conditionnement.

Tableau C3 — Exigences relatives à la taille de la combinaison de référence

Emplacement des mesures	Dimensions cm (po)
Poitrine	125 ± 4 (49 \pm 1,5)
Taille	$105 \pm 2,5$ (51,5 \pm 1)
Manche	$86 \pm 2,5$ (34 \pm 1,0)
Tronc	190 ± 5 (74,75 \pm 2)
Entrejambe	$72 \pm 2,5$ (28,5 \pm 1)
Siège	130 ± 4 (51 \pm 1,5)
Cuisse	$79 \pm 2,5$ (31 \pm 1)

C.5 Mode opératoire

C.5.1 Habillage du mannequin

Habiller le mannequin avec le spécimen d'essai. Découper des ouvertures dans le vêtement au besoin pour permettre de passer le vêtement autour de toute obstruction comme des câbles de données. S'il faut découper le vêtement, réparer la partie coupée avec une méthode de fermeture étanche aux liquides en reproduisant le plus fidèlement possible l'ajustement initial. Essayer d'éviter de procéder à toute coupure ou réparation directement par-dessus un capteur. Disposer le ou les vêtements sur le mannequin de la même façon qu'ils devraient être utilisés par l'utilisateur ou le porteur. Consigner dans le rapport d'essai la manière dont le mannequin a été habillé. S'assurer que le vêtement est mis en place et ajusté de la même façon à chaque essai pour réduire au minimum la variabilité des résultats d'essai.

C.5.2 Consignation des caractéristiques de l'essai

Consigner l'information sur l'essai, y compris : l'objectif de l'essai, la série d'essais, l'identification du vêtement, le nombre d'épaisseurs, l'ajustement sur le mannequin, le numéro de style du vêtement ou une description du patron, les conditions d'essai, les remarques relatives à l'essai, la durée de l'exposition, le temps d'acquisition des données, les observateurs de l'essai et toute autre information pertinente en ce qui a trait à la série d'essais.

C.5.3 Alignement du mannequin

Vérifier la position et l'alignement du mannequin dans la chambre d'exposition au moyen d'un dispositif de centrage ou d'alignement.

C.5.4 Exposition du vêtement d'essai

Démarrer l'exposition pour l'essai en appuyant sur la touche appropriée de l'ordinateur. Le programme informatique commencera l'acquisition des données, ouvrira les vannes d'alimentation en liquide pour le temps d'exposition et interrompra l'acquisition des données à la fin de la période spécifiée.

C.5.5 Acquisition des données sur le transfert de chaleur

Recueillir les données provenant de tous les capteurs d'énergie thermique installés. Prendre note que la collecte de données pendant et après l'exposition thermique doit être faite dans un milieu exempt de courants d'air (ventilateurs d'extraction fermés).

C.5.6 Consignation des observations sur le comportement du vêtement

Consigner les observations du comportement du spécimen d'essai à l'exposition. Un exemple de données à consigner serait la pénétration du liquide.

C.5.7 Préparation du rapport d'essai

Lancer le programme informatique qui exécute les calculs permettant de déterminer la brûlure prévue pour chaque capteur d'énergie thermique, la brûlure prévue totale et le pourcentage des brûlures prévues au deuxième et au troisième degrés, et de préparer le rapport d'essai.

C.5.8 Démarrage du système d'extraction à air forcé

Démarrer le système d'extraction à air forcé pour retirer la vapeur et les autres gaz résultant de l'exposition. Faire fonctionner le système assez longtemps pour avoir la certitude que le milieu de travail à l'intérieur de la chambre d'exposition est sans danger avant d'y pénétrer.

C.5.9 Mise en marche de la ou des pompes de retour du liquide

Retourner le liquide capté pendant l'exposition au réservoir de stockage approprié en vue d'être chauffé de nouveau pour la prochaine exposition.

C.5.10 Préparation de la prochaine exposition d'essai

Retirer délicatement le spécimen exposé du mannequin. Essuyer la surface du mannequin et des capteurs avec un linge humide pour enlever toute trace de liquide ou d'humidité qui aurait pu pénétrer dans le vêtement.

C.5.11 Remplacement de capteurs

Réparer ou remplacer les capteurs endommagés ou hors d'usage, si le nombre de capteurs hors d'usage est supérieur à 3 % du nombre total de capteurs installés sur le mannequin. Étalonner les capteurs réparés ou remplacés avant de les utiliser.

C.5.12 Températures des capteurs

Avant de commencer la prochaine exposition, s'assurer que tous les capteurs placés sous le spécimen d'essai sont à une température entre 20 et 30 °C.

C.5.13 Mise à l'essai des spécimens restants

Mettre à l'essai les spécimens restants aux mêmes conditions d'exposition.

C.6 Calcul des résultats

C.6.1 Déterminer les valeurs de flux de chaleur des capteurs sur le mannequin. Une façon d'effectuer ce calcul est illustrée à l'annexe D, D.1, pour les capteurs de température de surface. Convertir les réponses des capteurs sur le mannequin enregistrées à chaque étape en leurs valeurs kW/m² respectives de flux de chaleur en fonction du temps à l'aide de la méthode appropriée au capteur.

C.6.2 Déterminer le champ de la température interne prévue pour la peau et le gras sous-cutané (tissus adipeux) et la blessure thermique résultante (le cas échéant) comme il est décrit à l'annexe D, D.5.

C.7 Rapport

C.7.1 Indiquer quels spécimens ont été soumis aux essais conformément à la norme CAN/CGSB-155.20, annexe C. Décrire le matériau échantillonné, la méthode d'échantillonnage utilisée et tout écart de cette méthode.

C.7.2 Dans la description des matériaux, indiquer pour chaque épaisseur de vêtement, le type de vêtement, la taille, le poids du tissu, le type de fibre, la couleur, les caractéristiques spéciales ou anormales du vêtement et les caractéristiques de conception.

C.7.3 Type d'essai

Évaluer le tissu, la conception du vêtement ou le vêtement fini.

C.7.4 Conditions d'exposition

Indiquer l'information décrivant les conditions d'exposition, notamment :

C.7.4.1 La moyenne du flux de chaleur d'exposition et l'écart-type du flux de chaleur moyen enregistrés par tous les capteurs pendant les expositions du mannequin nu avant et après chaque série d'essais.

C.7.4.2 Le flux de chaleur nominal, le temps d'exposition et le temps d'acquisition de données pour chaque essai.

C.7.4.3 La température dans la chambre d'exposition au début de chaque essai.

C.7.4.4 La température et l'humidité relative dans le local où les vêtements ont été conservés avant les essais.

C.7.4.5 Toute autre information concernant les conditions d'exposition doit être incluse pour aider à interpréter les résultats des spécimens d'essai.

C.7.5 Résultats calculés

Pour tous les rapports d'essai d'évaluation des vêtements, indiquer les résultats du programme informatique. Calculer la brûlure prévue, exprimée en pourcentage, par rapport à la surface totale du mannequin contenant des capteurs et à la surface totale du mannequin couverte par le spécimen d'essai.

C.7.5.1 Calculer la surface totale du mannequin dotée de capteurs.

C.7.5.2 Indiquer si les résultats sont pondérés en fonction de la surface ou non.

C.7.5.3 Calculer la surface totale du mannequin couverte par le vêtement d'essai.

C.7.5.4 Calculer la prévision (%) d'une brûlure au deuxième degré.

C.7.5.5 Calculer la prévision (%) d'une brûlure au troisième degré.

C.7.5.6 Calculer la prévision totale d'une brûlure (somme des brûlures au deuxième et au troisième degrés) (%) et l'écart-type associé.

C.7.5.7 Faire les autres calculs utilisés pour évaluer le rendement.

C.7.5.8 Créer un schéma des brûlures (%) cumulatives au deuxième degré et des brûlures (%) cumulatives au troisième degré en fonction du temps pour toute la période d'acquisition des données. La surface utilisée pour déterminer le pourcentage doit être indiquée sur le schéma.

C.7.5.9 Créer un schéma du mannequin en indiquant la zone touchée et le degré des brûlures, soit des brûlures au deuxième ou au troisième degré.

C.7.5.10 Pénétration de liquide chaud ou de vapeur – vérifier si la surface du mannequin sous le vêtement est mouillée.

C.7.5.11 Calculer l'énergie totale enregistrée par les capteurs en tant que somme de l'énergie accumulée reçue par chaque capteur pendant la période d'acquisition des données.

C.7.5.12 Consigner les résultats des capteurs individuels et un sommaire des résultats des capteurs dans des tableaux en indiquant le numéro et l'emplacement du capteur, le temps nécessaire pour obtenir une brûlure au deuxième degré et le temps pour obtenir une brûlure au troisième degré, l'énergie absorbée pendant le temps menant à une blessure au deuxième degré (J/m^2), l'énergie totale absorbée pendant la période d'acquisition des données (J/m^2), la profondeur du dommage (soit l'emplacement où $\Omega = 1,0$ mm) et le degré de la brûlure en valeur numérique (2 ou 3).

RETIRED

Annexe D (informative)

Mesure du flux de chaleur et calcul de la brûlure

Les étapes fondamentales de la prévision d'une brûlure sont : la détermination du flux de chaleur en fonction du temps sur la surface du mannequin (voir D.1), le calcul de la distribution de la température résultante à l'intérieur d'un modèle de peau humaine (voir D.2) et le calcul du dommage intégral pour déterminer la blessure prévue (voir D.5).

D.1 Calcul du flux de chaleur à l'aide de capteurs de la température de surface

La méthode de détermination du flux de chaleur sera choisie selon le type de capteur utilisé. Le paragraphe suivant illustre le modèle de Cook-Felderman (1) servant à déterminer le flux de chaleur incidente à partir d'un solide semi-infini lorsque l'historique des températures de surface est connu. D'autres modèles, Woodard (2) et Vosen (3), produiront aussi des résultats acceptables.

$$q''(n) = \sqrt{\frac{k\rho C_p}{\pi}} \left[\frac{T(n)}{t_n^{1/2}} + \sum_1^{n-1} \left[\frac{T(n) - T(i)}{(t_n - t_i)^{1/2}} - \frac{T(n) - T(i-1)}{(t_n - t_{i-1})^{1/2}} + 2 \frac{T(i) - T(i-1)}{(t_n - t_i)^{1/2} - (t_n - t_{i-1})^{1/2}} \right] + \frac{T(n) - T(n-1)}{(t_n - t_{n-1}t)^{1/2}} \right] \quad (D-1)$$

Pour illustrer la méthode, un modèle des différences finies a été utilisé pour créer l'historique des températures de surface fondé sur une énergie d'entrée prenant la forme d'une onde carrée. Une comparaison de la solution analytique pour un solide semi-infini et l'approximation numérique avec des conditions convectives aux limites est présentée à la figure D1. Le flux de chaleur d'entrée ainsi que le flux de chaleur prévu résultant exprimés dans l'équation D-1 sont schématisés à la figure D2. Le modèle des différences finies a été utilisé plutôt que la solution analytique, car il permettait de tenir compte d'une condition convective aux limites sur les faces avant et arrière du capteur. En conséquence, l'énergie du flux de chaleur d'entrée a été absorbée par le capteur à partir d'une source de rayonnement pure et non d'une source d'énergie incidente. Une entrée d'énergie incidente exigerait d'établir une hypothèse des caractéristiques d'absorption du capteur (habituellement > 0,9 de l'énergie incidente), mais elle n'est pas nécessaire pour illustrer l'application de la méthode. Le tableau D1 présente les caractéristiques du capteur utilisé pour l'approximation et le tableau D2, la température de surface enregistrée par le capteur et le flux de chaleur prévu résultant.

Tableau D1 — Propriétés thermiques du capteur du flux de chaleur

Conductivité thermique (W/m-K)	0,97
Capacité calorifique (J/kg-K)	1205
Masse volumique (kg/m ³)	1877
Épaisseur du capteur (mm)	20

Tableau D2 — Historique des températures de surface pour un capteur du flux de chaleur avec l'approximation numérique correspondante

Temps (s)	Température du capteur (analytique) (°C)	Énergie absorbée (kW)	Approximation numérique selon le modèle Cook-Felderman	Temps (s)	Température du capteur (analytique) (°C)	Énergie absorbée (kW)	Approximation numérique selon le modèle Cook-Felderman
0	0	0	0	5,1	110,78	100	100,72
0,1	0	0	0	5,2	113,4	100	100,71
0,2	0	0	0	5,3	115,96	100	100,7
0,3	0	0	0	5,4	118,47	100	100,7
Les valeurs intermédiaires ne sont pas indiquées.				5,5	120,92	100	100,69
2,9	0	0	0	5,6	123,33	100	100,69
3	0	0	0	5,7	125,68	100	100,68
3,1	0	100	0	5,8	128	100	100,68
3,1	22,83	100	120,66	5,9	130,27	100	100,67
3,2	33,34	100	105,54	6	132,51	100	100,67
3,3	41,23	100	103,04	6,1	134,71	100	100,67
3,4	47,83	100	102,13	6,2	136,87	100	100,66
3,5	53,62	100	101,67	6,3	139	100	100,66
3,6	58,84	100	101,41	6,4	141,1	100	100,66
3,7	63,64	100	101,24	6,5	143,16	100	100,65
3,8	68,1	100	101,12	6,6	145,2	100	100,65
3,9	72,28	100	101,03	6,7	147,21	100	100,65
4	76,24	100	100,97	6,8	149,19	100	100,65
4,1	79,99	100	100,92	6,9	151,14	100	100,65
4,2	83,59	100	100,88	7	153,07	100	100,64
4,3	87,03	100	100,85	7,1	153,07	100	100,64
4,4	90,34	100	100,82	7,1	132,15	0	-20,02
4,5	93,53	100	100,8	7,2	123,52	0	-4,9
4,6	96,62	100	100,78	7,3	117,6	0	-2,4
4,7	99,62	100	100,76	7,4	112,74	0	-1,49
4,8	102,52	100	100,75	7,6	108,77	0	-1,04
4,9	105,35	100	100,74	7,6	105,34	0	-0,77
5	108,1	100	100,73	7,7	102,32	0	-0,6
Les valeurs intermédiaires ne sont pas indiquées.				14,8	49,25	0	-0,01
				14,9	48,99	0	-0,01
				15	48,74	0	-0,01

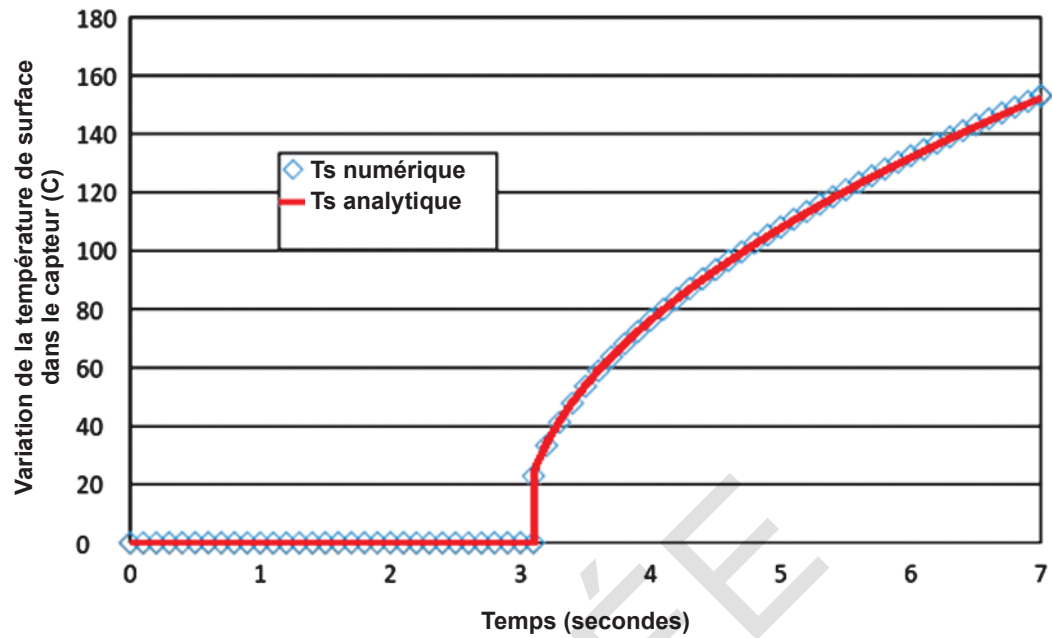


Figure D1 — Comparaison entre la solution analytique pour un solide semi-infini et l'approximation par les différences finies et les conditions convectives aux limites sur les faces avant et arrière du capteur

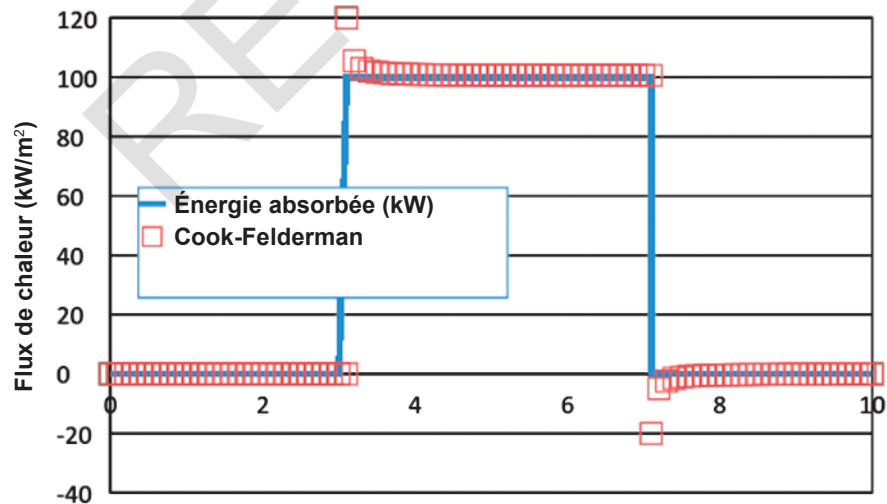


Figure D2 — Flux de chaleur d'entrée et approximation numérique à partir de l'historique des températures de surface (approximation selon le modèle Cook-Felderman)

D.2 Modèle de brûlure cutanée

D.2.1 Un modèle de peau est utilisé pour évaluer le rendement des vêtements ou des ensembles de vêtements et déterminer la gravité et l'étendue des dommages prévus sur la peau humaine découlant d'une exposition en laboratoire. Les calculs sont fondés sur un nombre limité de résultats d'essai publiés sur le comportement de la peau humaine et porcine lorsque celle-ci est chauffée à des températures élevées à cause d'un contact direct avec des liquides chauds et des sources de rayonnement.

D.2.2 La peau humaine fait partie du système tégumentaire qui est constitué de la peau, des tissus sous-cutanés (tissus adipeux), des cheveux, des ongles et des glandes associées. La peau est constituée de deux couches, désignées épiderme et derme. L'épiderme, ou couche externe, est relativement inerte et agit comme une couche de protection contre la pénétration des gaz et des liquides. La surface de l'épiderme s'use et se renouvelle constamment en fabriquant de nouvelles cellules. La croissance cellulaire se produit à l'interface entre l'épiderme et le derme. Cette couche est parfois désignée, couche basale épidermique. La croissance cellulaire se produit aussi dans les couches plus profondes du derme.

D.2.3 La couche dermique est composée de vaisseaux sanguins, de tissus conjonctifs, de vaisseaux lymphatiques, de glandes sudoripares ainsi que des récepteurs et des tiges des poils. La couche sous-cutanée (tissus adipeux) n'est pas normalement considérée comme faisant partie de la peau. Ce tissu gras est important, car il fixe la peau aux os et aux muscles sous-jacents et il permet le passage des vaisseaux sanguins et des nerfs. Il joue aussi un rôle important dans la régulation thermique de la température interne du corps puisqu'il agit comme un isolant. Si les couches cutanées sont soumises à des températures élevées, comme c'est le cas avec une longue exposition au rayonnement solaire ou une courte exposition à des liquides chauffés à des températures très élevées ou à des flammes, la peau subit des dommages qui prennent la forme d'une décoloration, d'une destruction des cellules ou d'une carbonisation.

D.2.4 Moritz et Henriques (11) ont été les premiers à quantifier les blessures par brûlures de la peau humaine et porcine à cause d'une surchauffe causée par des liquides chauds. Pendant leur expérience, ils ont observé que le dommage se produisait de 24 à 48 h après l'exposition à la source de chaleur. Ils ont découvert que la destruction de la couche de croissance des cellules de la peau, située à l'interface épiderme-derme et des couches plus profondes de la peau humaine, commence lorsque la température à la surface de la peau s'élève au-delà de 317,15 K (44 °C). Dans un article ultérieur, Henriques (9) a démontré que le taux de destruction cellulaire pouvait être modélisé à l'aide d'une équation de vitesse de réaction chimique de premier ordre (voir l'équation D-2).

D.2.5 L'estimation d'une brûlure de la peau au deuxième degré utilisée dans la méthode d'essai est fondée sur des travaux plus récents de Stoll et Greene (6), Weaver et Stoll (8) et Stoll et Chianta (4). Ces recherches ont été menées sur les avant-bras de sujets volontaires à l'aide d'un appareil qui chauffe, au moyen d'une lampe, une petite zone circulaire (d'environ 18 mm [0,71 po] de diamètre). La température à la surface de la peau a été mesurée en même temps que la peau était chauffée à l'aide d'une technique optique. En faisant des essais et des erreurs, les chercheurs ont déterminé la quantité d'énergie requise pour qu'une cloque se forme dans les 24 h suivant l'exposition. La présence d'une cloque a été considérée comme une indication qu'une brûlure au deuxième degré s'était produite. La température initiale à la surface de la peau était très proche de 32,5 °C pour tous les essais.

D.2.6 Stoll et Greene (6) ont découvert que non seulement la destruction de la couche de croissance cellulaire de la peau, située à l'interface épiderme-derme et des couches plus profondes de la peau humaine, commençait lorsque la température à la surface de la peau s'élevait au-delà de 317,15 K (44 °C), mais qu'elle se poursuivait aussi longtemps que la température de cette couche cutanée demeurait au-dessus de cette valeur. Cela signifiait que l'étape du refroidissement contribue à la brûlure de la peau dans son ensemble et qu'elle doit être incluse dans la méthode de prévision. Moritz et Henriques (11) n'avaient pas tenu compte de l'étape du refroidissement dans leur analyse. Stoll et coll. ont découvert que le taux de destruction cellulaire pourrait être étroitement modélisé à l'aide d'une équation de vitesse de réaction chimique de premier ordre comme l'avait suggéré Henriques (9), soit :

$$\frac{d\Omega}{dt} = P e^{-\left(\frac{\Delta E}{RT}\right)} \quad (\text{D-2})$$

Les dommages totaux par brûlure se calculent en intégrant l'équation D-2 sur toute la durée pendant laquelle la couche basale demeure à une température supérieure à 44 °C (317,15 K), soit pendant les étapes du chauffage et du refroidissement, ce qui est représenté par l'équation D-3 :

$$\Omega = \int P e^{-\frac{\Delta E}{RT}} dt \quad (D-3)$$

où :

Ω = mesure quantitative des dommages causés par une brûlure à la couche basale ou à une profondeur quelconque du derme;

P = facteur de fréquence, s⁻¹;

e = exponentiel naturel = 2,7183;

ΔE = énergie d'activation pour la peau, J/mol;

R = constante universelle des gaz, 8314,5 J/mol • K;

T = température absolue à la couche basale ou à toute autre profondeur du derme, K;

t = temps total pendant lequel la température (T) est supérieure à 317,15 K (44 °C).

En présumant que la température à la surface de la peau et la température à l'interface épiderme-derme sont pratiquement égales pendant toute la durée du chauffage, Henriques (9) a découvert que si Ω est inférieur ou égal à 0,53, la couche de l'épiderme ou les couches plus profondes ne seront pas endommagées. Si Ω est supérieur à 0,53 et inférieur à 1,0, des brûlures au premier degré (rougeurs) se produiront dans l'épiderme seulement, alors que si $\Omega \geq 1,0$, des brûlures au deuxième degré (nécrose complète de l'épiderme ou cloquage) se produiront. Ce critère relatif au dommage peut être appliqué à n'importe quelle profondeur de la peau pourvu que les valeurs appropriées de P et de ΔE soient utilisées et que l'historique des températures de la couche en question soit connu. Pour cette méthode d'essai, une brûlure au deuxième degré se définit par $\Omega \geq 1,0$ à l'interface épiderme-derme ou plus profondément, et une brûlure au troisième degré, par $\Omega \geq 1,0$ à l'interface derme-tissus sous-cutanés (tissus adipeux) ou plus profondément. Normalement, une brûlure au premier degré n'est pas calculée ni signalée.

D.2.7 Morse, Tickner et Brown (12) ont examiné les diverses valeurs de P et de ΔE mentionnées dans les publications scientifiques et ont suggéré que le critère élaboré par Weaver et Stoll (8) soit utilisé pour la couche épidermique et que celui de Takata (10) soit utilisé pour le derme et les couches sous-cutanées (tissus adipeux). Les valeurs de P et ΔE calculées par Weaver et Stoll (8) pour l'épiderme sont :

$$\text{pour } 44 \text{ °C} \leq T \leq 50 \text{ °C} \quad P = 2,185 \times 10^{124} \text{ s}^{-1} \text{ et} \\ \Delta E/R = 93\,534,9 \text{ K}$$

$$\text{pour } T \geq 50 \text{ °C} \quad P = 1,823 \times 10^{51} \text{ s}^{-1} \text{ et} \\ \Delta E/R = 39\,109,8 \text{ K}$$

alors que celles de Takata pour le derme et les couches plus profondes sont :

$$\text{pour } 44 \text{ °C} \leq T \leq 50 \text{ °C} \quad P = 4,322 \times 10^{64} \text{ s}^{-1} \text{ et} \\ \Delta E/R = 50\,000 \text{ K}$$

$$\text{pour } T \geq 50 \text{ °C} \quad P = 9,389 \times 10^{104} \text{ s}^{-1} \text{ et} \\ \Delta E/R = 80\,000 \text{ K}$$

D.2.8 Les données utilisées par Weaver et Stoll (8) pour calculer les valeurs de P et ΔE sont tirées des expériences de Stoll et Greene (6). Seuls cinq différents flux de chaleur d'exposition ont été utilisés pendant les expériences. Ce nombre limité de points de données a été étendu à des flux de chaleur d'exposition plus élevés et à des temps d'exposition plus courts par les calculs numériques de Weaver et Stoll (8). Ce jeu de données étendu est présenté au tableau D6. Les données étendues ont été utilisées par Weaver et Stoll (8) pour calculer les valeurs de P et ΔE .

D.2.9 Les valeurs de P et ΔE calculées par Takata (10) sont tirées d'expériences faites sur des porcs anesthésiés exposés à des gaz de combustion chauds.

D.2.10 Pour prédire la gravité et l'étendue des dommages résultant d'une exposition à un feu, à de la vapeur ou à un liquide chaud, il est nécessaire de connaître l'historique des températures des couches cutanées. La température dans les couches cutanées se calcule au moyen d'un modèle transitoire de transfert thermique unidimensionnel à propriétés variables, assujéti à un ensemble de conditions initiales, au flux de chaleur et à ses variations qui se produisent à la surface du mannequin. Les capteurs d'énergie thermique qui ont été installés à la surface du mannequin sont utilisés pour produire des données sur la base desquelles le flux de chaleur à la surface de la peau à chaque emplacement de capteur et ses variations dans le temps peuvent être calculés. Cette information est alors utilisée pour prédire l'historique des températures de la peau et des couches sous-cutanées et l'étendue des dommages sur la peau pour chaque emplacement de capteur. La méthode de calcul est décrite avec précision dans une série de rapports techniques publiés par l'Université de l'Alberta. (13), (14), (15)

D.3 Propriétés physiques de la peau

D.3.1 Les propriétés physiques de la peau humaine à incorporer au modèle de transfert thermique sur la peau pour prédire les températures sont données au tableau D3. Les valeurs indiquées pour les épaisseurs in vivo (tissus vivants) des couches cutanées sont tirées de plusieurs sources parmi les publications scientifiques en physiologie. Stoll et Greene (6) n'ont pas mesuré l'épaisseur des couches de leurs sujets humains volontaires. Les valeurs de la conductivité thermique et de la capacité calorifique volumétrique ont été obtenues à l'aide de techniques d'optimisation numérique pour calculer à rebours ces valeurs à partir des expériences menées par Stoll et Greene (6).

D.3.2 La distribution initiale de la température à travers les trois couches est représentée par une hausse linéaire de la température de 1 °C avec la température à la surface de la peau établie à 32,5 °C. La température au dos de la couche sous-cutanée (tissus adipeux) est établie à 33,5 °C pour toute la durée. Ce gradient de température interne a été mesuré par Pennes (7) dans l'avant-bras des sujets sur la même épaisseur totale de peau et de tissus sous-cutanés.

Tableau D3 — Propriétés physiques pour le modèle de prévision d'une brûlure

Couches de peau humaine	Paramètres		
	Épaisseur de la couche m (µm)	Conductivité thermique k (W/m K)	Capacité calorifique volumétrique (J/m ³ K)
Épiderme	75 x 10 ⁻⁶	0,6280	4,40 x 10 ⁶
Derme	1125 x 10 ⁻⁶ (1125)	0,5820	4,184 x 10 ⁶
Tissu sous-cutané	3885 x 10 ⁻⁶ (3885)	0,2930	2,60 x 10 ⁶

D.3.3 Le paragraphe suivant contient un ensemble de données permettant de valider la prévision d'une brûlure.

D.3.4 L'hypothèse que l'exposition thermique est représentée en tant que diffusion thermique transitoire unidimensionnelle dans laquelle la température à l'intérieur de la peau et dans les couches sous-cutanées (tissus adipeux) varie en fonction de la position (profondeur) et du temps, et que celle-ci peut être décrite par une équation différentielle linéaire parabolique (équation de la loi de Fourier) :

$$\rho C p(x) \frac{\partial T(x,t)}{\partial t} = \frac{\partial \left[\frac{\partial T(x,t)}{\partial x} \right]}{\partial x} \quad (\text{D-4})$$

où :

$\rho Cp(x)$ = capacité calorifique volumétrique, J/m³ K

t = temps, s

x = profondeur depuis la surface de la peau, m

$T(x,t)$ = température en profondeur x , temps t , K

$k(x)$ = conductivité thermique, W/m K

D.3.5 L'utilisation de températures absolues est recommandée pour résoudre l'équation D-4, car l'équation D-5, qui est utilisée pour le calcul d'oméga (Ω), le paramètre d'une brûlure, exige des températures absolues.

D.3.6 Résoudre l'équation D-4 numériquement à l'aide d'un modèle de peau en trois couches qui tient compte de la dépendance de la conductivité thermique à l'égard de la profondeur et des valeurs de la capacité calorifique volumétrique indiquées au tableau D4. Chacune des trois couches doit avoir simple épaisseur constante et être parallèle à la surface.

D.3.7 Les valeurs des propriétés indiquées au tableau D4 sont représentatives des valeurs in vivo (tissus vivants) pour les avant-bras des sujets humains qui ont participé aux expériences de Stoll et Greene (6). Il s'agit de valeurs moyennes.

D.3.8 Les méthodes discrétisées qui se sont révélées efficaces pour résoudre l'équation D-4 sont : la méthode des différences finies (selon la représentation aux différences centrales de la « méthode combinée » dans lesquelles des erreurs de troncature de deuxième ordre en dt et dx sont prévues), la méthode des éléments finis (p. ex. la méthode de Galerkin) et la méthode du volume fini (parfois nommée méthode du volume contrôlé).

D.4 Conditions aux limites et conditions initiales

D.4.1 La température initiale dans les trois couches doit présenter une hausse linéaire en fonction de la profondeur, soit de 305,65 K (32,5 °C) à la surface à 306,65 K (33,5 °C) au dos de la couche sous-cutanée (tissus adipeux). La température dans les couches profondes doit être constante en tout temps, soit de 306,65 K (33,5 °C).

D.4.2 Pennes (7) a mesuré les distributions de température sur les avant-bras des sujets. La hausse mesurée de la température pour l'épaisseur totale de la peau et des couches sous-cutanées (tissus adipeux) indiquée au tableau D4 a été de 1 K (1°C). La température à la surface de la peau des sujets des expériences de Stoll et Greene (7) a été maintenue très proche de 305,65 K (32,5 °C).

D.4.3 Le flux de chaleur incidente a été appliqué seulement à la surface de la peau. On présume que l'énergie incidente à la surface de la peau est absorbée à la surface et que la conduction thermique est le seul mode de transfert thermique dans la peau et les couches sous-cutanées (tissus adipeux).

D.4.4 L'hypothèse que la conduction thermique est le seul mode de transfert dans la peau et les couches plus profondes ne tient pas compte de l'amélioration du transfert thermique attribuable aux variations de la circulation sanguine dans le derme et les couches sous-cutanées (tissus adipeux). Les valeurs in vivo (tissus vivants) présentées au tableau D4 sont calculées à rebours à partir des résultats des expériences de Stoll et Greene (3) et du modèle mathématique étendu de Weaver et Stoll (8). Ces valeurs tiennent compte dans une large mesure de la circulation sanguine des sujets de l'expérience.

Tableau D4 — Propriétés physiques pour le modèle de prévision d'une brûlure cutanée

Couches de peau humaine	Paramètres		
	Épaisseur de la couche m (μm)	Conductivité thermique k (W/m K)	Capacité calorifique volumétrique ($\text{J/m}^3 \text{K}$)
Épiderme	75×10^{-6}	0,6280	$4,40 \times 10^6$
Derme	1125×10^{-6} (1125)	0,5902	$4,188 \times 10^6$
Tissus sous-cutanés	3885×10^{-6} (3885)	0,2930	$2,60 \times 10^6$

Tableau D5 — Constantes de calcul de la valeur oméga dans l'équation D-2

Brûlure de la peau	Plage des températures	Facteur de fréquence P	Énergie d'activation pour la peau $\Delta E/R$
Deuxième degré	$317,15 \text{ K} \leq T \leq 323,15 \text{ K}$ ($44 \text{ }^\circ\text{C} \leq T \leq 50 \text{ }^\circ\text{C}$)	$2,185 \times 10^{124} \text{ s}^{-1}$	93 534,9 K
	$T > 323,15 \text{ K}$ ($T > 50 \text{ }^\circ\text{C}$)	$1,823 \times 10^{51} \text{ s}^{-1}$	39 109,8 K
Troisième degré	$317,15 \text{ K} \leq T \leq 323,15 \text{ K}$ ($44 \text{ }^\circ\text{C} \leq T \leq 50 \text{ }^\circ\text{C}$)	$4,322 \times 10^{64} \text{ s}^{-1}$	50 000 K
	$T > 323,15 \text{ K}$ ($T > 50 \text{ }^\circ\text{C}$)	$9,389 \times 10^{104} \text{ s}^{-1}$	80 000 K

D.4.5 Le flux de chaleur incidente à la surface de la peau au temps $t = 0$ (début de l'exposition) est nul (0). Les valeurs du flux de chaleur incidente à la surface de la peau à tous les temps $t > 0$ sont des valeurs du flux de chaleur calculées en fonction du temps. Aucune correction n'est faite pour les différences attribuables aux pertes de chaleur par rayonnement ou par émissivité et absorptivité entre les capteurs et la surface de la peau qui sont utilisés dans le modèle.

D.4.6 Calculer un champ de températures internes associé pour le modèle de peau à chaque intervalle d'échantillonnage des capteurs pendant toute la durée de l'échantillonnage en appliquant les valeurs du flux de chaleur en fonction du temps de chaque capteur à la surface de chaque modèle de peau (un modèle de peau est évalué pour chaque capteur). Ces champs de température interne doivent inclure, à tout le moins, le calcul des valeurs des températures de surface (profondeur = 0,0 m), à une profondeur de 75×10^{-6} m (interface épiderme-derme du modèle de peau utilisé pour prédire une brûlure au deuxième degré) et à une profondeur de 1200×10^{-6} m (interface épiderme-derme du modèle de peau utilisé pour prédire une brûlure au troisième degré).

D.5 Prévision d'une brûlure de la peau

D.5.1 Le modèle du dommage intégral d'Henriques (6), équation D-5, est utilisé pour prévoir une brûlure de la peau fondée sur les valeurs de température de la peau recueillies à chaque intervalle de mesure aux profondeurs du modèle de peau de 75×10^{-6} m (prévision d'une brûlure au troisième degré) et de 1200×10^{-6} m (prévision d'une brûlure au troisième degré).

$$\Omega = \int P e^{-\left(\frac{\Delta E}{RT}\right)} dt \quad (\text{D-5})$$

où :

Ω = paramètre d'une brûlure; une valeur ≥ 1 indique la prévision de la brûlure

t = temps d'exposition et période de collecte des données, s

P = terme pré-exponentiel dépendant de la profondeur et de la température, 1/s

ΔE = énergie d'activation dépendant de la profondeur et de la température, J/kmol

R = constante universelle des gaz, 8314,5 J/mol-K

T = température à une profondeur précise (en degrés kelvin) K

D.5.2 Déterminer les valeurs des paramètres d'une brûlure au deuxième et au troisième degrés, soit les valeurs oméga, en procédant à l'intégration numérique de l'équation D-5 à l'aide de la formule composite fermée des trapèzes étendus, ou règle de Simpson, pour la totalité de la période d'acquisition des données. L'intégration est effectuée à chaque intervalle de mesure pour chaque capteur à des profondeurs de la peau correspondant à des brûlures au deuxième et au troisième degrés (75×10^{-6} m et 1200×10^{-6} m, respectivement) lorsque la température, T, est $> 317,15$ K (44 °C).

D.5.3 Les valeurs de P et $\Delta E/R$ dépendantes de la température présentées au tableau D5 permettent de prévoir des brûlures au deuxième et au troisième degrés.

D.6 Scénario d'essai d'une brûlure de la peau

D.6.1 La méthode de calcul utilisée doit respecter les exigences de validation indiquées au tableau D6.

D.6.2 Pour valider le modèle de brûlure de la peau, utiliser les valeurs de l'épaisseur de la couche, de la conductivité thermique et de la capacité calorifique volumétrique spécifiées au tableau D4, les conditions aux limites et les conditions initiales spécifiées en D.4 sauf que les flux de chaleur d'exposition deviennent les valeurs des constantes indiquées au tableau D6. Le temps de calcul total doit être choisi de manière que les températures aux interfaces épiderme-derme et derme-tissus sous-cutanés soient inférieures à $317,15$ K (44 °C) pendant la phase de refroidissement. Pour ces scénarios d'essai, on doit présumer que la surface de la peau présente un comportement adiabatique pendant le refroidissement, ce qui signifie qu'il n'y a aucune perte de chaleur à la surface pendant le refroidissement. Des changements mineurs dans les valeurs de la conductivité thermique et de la capacité calorifique volumétrique indiquées au tableau D4 sont permis pourvu que les exigences relatives à la validation spécifiées au tableau D6 soient respectées avec un jeu de valeurs pour la totalité des douze scénarios d'essai.

D.6.3 Les conditions adiabatiques aux limites pendant le refroidissement sont choisies en raison du manque de détails dans les publications scientifiques sur l'orientation des avant-bras et la proximité des instruments utilisés pour mener les expériences. De plus, les données recueillies par les capteurs d'énergie thermique pendant la mise en œuvre de cette méthode d'essai incorporent intrinsèquement les pertes de chaleur par convection et rayonnement dans les calculs de l'énergie nette absorbée par les capteurs d'énergie thermique. Par conséquent, cette hypothèse adiabatique ne s'applique qu'au jeu de données pour la validation du modèle de peau et non à l'ensemble de la méthode d'essai.

Tableau D6 — Jeu de données pour la validation du modèle de peau⁵

Flux de chaleur d'exposition absorbé W/m ² (constante pour l'exposition)	Durée de l'exposition s	Intervalle requis s
3935,0	35,9	0,01
5903,0	21,09	0,01
11 805	8,30	0,01
15 740	5,55	0,01
23 609	3,00	0,01
31 479	1,95	0,01
39 348	1,41	0,01
47 218	1,08	0,01
55 088	0,862	0,001
62 957	0,713	0,001
70 827	0,603	0,001
78 697	0,522	0,001

⁵ Les modèles de peau incorporant le flux de chaleur absorbé et les durées d'exposition du tableau D6 doivent donner des valeurs de $1 + 0,10$ pour tous les scénarios d'essai à l'interface épiderme-derme au moment où la température à l'interface s'est refroidie à 317,15 K (44 °C) ou à une température inférieure. Les propriétés des couches cutanées indiquées au tableau D4 et les constantes de calcul du tableau D5 doivent être utilisées pour effectuer ces calculs. De plus, le temps, lorsque $\Omega = 1$, ne doit jamais être inférieur à la durée d'exposition indiquée. Cette dernière exigence vise à garantir que la prévision est conforme aux observations de Stoll et Greene (3). Prendre note que le paramètre oméga (Ω) est une valeur cumulative et que des températures à l'interface épiderme-derme inférieures à 317,15 K produisent des valeurs négatives qui sont soustraites.

D.7 Bibliographie de l'annexe D

- [1] Cook, W.J. et Felderman, E.J., *Reduction of Data from Thin-Film Heat Transfer Gauges: A Concise Numerical Technique*, AIAA Journal, Vol. 4, 1966, p.561-562.
- [2] Woodard, J.B., *An Experimental and Theoretical Study of Heat Transfer in Constant Volume and Compression-Expansion Systems Including the effects of Flame Propagation*, thèse de doctorat du Département de génie mécanique, Université de Californie, Berkeley, 1982, p.100-104.
- [3] Vosen, S.R., *Unsteady Heat Transfer During the Interaction of a Laminar Flame with a cold Wall*, thèse de doctorat du Département de génie mécanique, Université de Californie, Berkeley, 1983, p 87-88.
- [4] Stoll, A. M. et Chianta, M. A., *Method and Rating Systems for Evaluation of Thermal Protection*, Aerospace Medicine, vol. 40, 1969, p. 1232-1238.
- [5] *Flammability Characteristics of Combustible Gases and Vapors*, bulletin 627, Bureau des Mines, ministère de l'Intérieur des États-Unis, 1965.
- [6] Stoll, A. M. et Greene, L. C., *Relationship between pain and tissue damage due to thermal radiation*, J. Appl. Physiol., vol. 14, N° 3, 1959, p. 373-382.
- [7] Pennes, H.H., *Analysis of Tissue and Arterial Blood Temperature in the Resting Human Forearm*, J. Appl. Physiol., vol. 1, 1948, p. 93-122.
- [8] Weaver, J. A. et Stoll, A. M., *Mathematical Model of Skin Exposed to Thermal Radiation*, Aerospace Medicine, vol. 40, 1969, p. 24-30.
- [9] Henriques, F. C., *Studies of Thermal Injury: V. The Predictability and the Significance of Thermally Induced Rate Processes Leading to Irreversible Epidermal Injury*, Arch. Path., vol. 43, 1947, p. 489-502.
- [10] Takata, A. N., *Development of Criterion for Skin Burns*, Aerospace Medicine, vol. 45(6), 1974, p. 634-637.
- [11] Mortiz, A. R. et Henriques, F. C., *Studies of Thermal Injury II, the Relative Importance of Time and Surface Temperature in the Causation of Cutaneous Burns*, Am. J. Path., vol. 23, 1947 p. 695-720.
- [12] Morse, H., Tickner, G. et Brown, R., *Burn Damage and Burn Depth Criteria*, Aerotherm Projects 6269 et 6393, Aerotherm TN-75-26, 1975.
- [13] Crown, E. M., Rigakis, K. B. et Dale, J. D., *Systematic Assessment of Protective Clothing for Alberta Workers*, rapport de recherche préparé pour le Alberta Occupational Health et Safety, Heritage Grant Program, Edmonton, Alberta, Université de l'Alberta, Protective Clothing et Equipment Research Facility, 1989.
- [14] Leung, E. Y., Crown, E. M., Rigakis, K. B. et Dale, J. D., *Systematic Assessment of Protective Clothing for Alberta Workers*, Appendix 22, Literature Review of Thermal Injury, rapport de recherche préparé pour le Alberta Occupational Health et Safety, Heritage Grant Program, Edmonton, Alberta, Université de l'Alberta, Protective Clothing et Equipment Research Facility, 1988.
- [15] Crown, E. M. et Dale, J. D., *Evaluation of Flash Fire Protective Clothing Using an Instrumented Mannequin*, rapport de recherche préparé pour le Alberta Occupational Health and Safety, Heritage Grant Program, Edmonton, Alberta, Université de l'Alberta, Protective Clothing et Equipment Research Facility, 1992.

Annexe E
(informative)

Tableau récapitulatif et matrice des essais

E.1 Tableau récapitulatif

Les tableaux suivants fournissent un résumé des méthodes d'essai et des critères de rendement du vêtement. Les utilisateurs doivent suivre les exigences relatives à l'entretien spécifiées dans la présente norme pour que le vêtement offre une protection optimale.

RETIRÉE

	Composants des systèmes de matériaux										Composants des vêtements extérieurs				Autres composants			
	Tissu simple épaisseur						Tissu multiépaisseur et isolant multiépaisseur pour temps froid				Par.	Autre ^b	Garniture de visibilité ^c	Par.	Autres tissus	Étiquettes	Garniture	Fil
	Par.	Vêtement de travail RF	Vêtement de pluie RF	Vêtement RF à utilisation limitée	Par.	Vêtement de travail RF	Vêtement de pluie RF	Vêtement de pluie RF										
Par. 6.1 Essai de résistance aux flammes^b																		
Critères de rendement																		
Longueur carbonisée ≤ 100 mm et ≤ 2 s de flamme résiduelle	6.1.1	X	X		6.1.1	X			6.1.1	X								
Conditions de l'essai																		
À la réception de l'usine	6.1.1.1	X	X		6.1.1.1	X												
Condition de nettoyage spécifiée par le fabricant ^a	6.1.1.2	X																
Condition de nettoyage spécifiée par le fabricant ^e	6.1.1.3				6.1.1.3	X												
Cinq (5) cycles de lavage et de séchage	6.1.1.4		X		6.1.1.4					X								
À la réception de l'usine (6.1.3 aucune trace de fusion)	6.1.2			X														
À la réception de l'usine ≤ 2 s de flamme résiduelle	6.1.3								6.1.3	X								
Au moins 50 cycles de lavage et aucune trace de fusion	6.1.3.1								6.1.3.1									
Par. 6.2 Essai du degré de protection thermique (DPT)																		
Critères de rendement																		
DPT moyen de 25 J/cm ² (6 cal/cm ²); aucune valeur inférieure à 23 J/cm ² (5,5 cal/cm ²)	6.2.1	X	X		6.2.1	X												
Par. 6.3 Essais du degré de résistance à la chaleur^d																		
Critère de rendement																		
Les composants ne doivent pas fondre, se séparer ni s'enflammer	6.3.1	X			6.3.1	X							6.3.1	X				
Les garnitures ne doivent pas fondre, ni se séparer ni s'enflammer et doivent demeurer fonctionnelles ou s'ouvrir complètement après les essais	6.3.3																X	

^a Au moins 50 cycles de lavage ou 5 cycles de nettoyage à sec ou les deux conformément aux instructions du fabricant.

^b Des composants comme des étiquettes d'entretien, des insignes et des broderies sont exclus de cet essai.

^c La longueur carbonisée n'est pas mesurée pour la garniture de visibilité.

^d Des composants comme le ruban autoagrippant à crochets et à boucles, les étiquettes d'entretien, les insignes et les broderies, sont exclus de cet essai.

^e Au moins 25 cycles de lavage ou 5 cycles de nettoyage à sec ou les deux conformément aux instructions du fabricant.

	Composants des systèmes de matériaux										Composants des vêtements extérieurs				Autres composants			
	Tissu simple épaisseur					Tissu multiépaisseur et isolant multiépaisseur pour temps froid					Par.	Autre ^b	Garniture de visibilité ^c	Par.	Autres tissus	Étiquettes	Garniture	Fil
	Par.	Vêtement de travail RF	Vêtement de pluie RF	Vêtement RF à utilisation limitée	Par.	Vêtement de travail RF	Vêtement de pluie RF	Vêtement RF	Vêtement de pluie RF									
	6.3.4													6.3.4	X			X
Les fermetures primaires ne doivent pas fondre, se séparer ni s'enflammer et être entièrement fonctionnelles ou s'ouvrir complètement après les essais																		
Le fil doit être essentiellement ininflammable et ne doit pas fondre à une température inférieure à 260 °C	6.3.5													6.3.5				X
Par. 6.4 Résistance au rétrécissement à la chaleur																		
Critères de rendement																		
Les tissus extérieurs ne doivent pas rétrécir de plus de 10 % dans tous les sens.	6.4.1	X								6.4.1	X							
Par. 6.5 Essai sur mannequin (feu à inflammation instantanée)																		
Critères de rendement																		
Les vêtements doivent présenter une zone totale de brûlure prévue d'au plus 40 %	6.5.1	X	X	X						6.5.1	X	X						
Aucune ouverture > 50 mm sur les coutures structurales après les essais	6.5.2		X							6.5.2		X						
Les fermetures doivent être fonctionnelles ou s'ouvrir complètement après les essais	6.5.1		X							6.5.1		X						
Par. 6.6 Résistance aux fuites et imperméabilité																		
Critères de rendement																		
Doit être conforme aux exigences en 6.6	6.6		X							6.6								

^a Au moins 50 cycles de lavage ou 5 cycles de nettoyage à sec ou les deux conformément aux instructions du fabricant.

^b Des composants comme des étiquettes d'entretien, des insignes et des broderies sont exclus de cet essai.

^c La longueur carbonisée n'est pas mesurée pour la garniture de visibilité.

^d Des composants comme le ruban autoagrippant à crochets et à boucles, les étiquettes d'entretien, les insignes et les broderies, sont exclus de cet essai.

^e Au moins 25 cycles de lavage ou 5 cycles de nettoyage à sec ou les deux conformément aux instructions du fabricant.

E.2 Matrice des essais

Par.	Propriété	Méthode(s) d'essai citée(s)	Application des méthodes d'essai
Essais obligatoires			
7.2	Résistance à la flamme	ASTM D6413 à l'aide de la méthode d'allumage d'une extrémité	Cette méthode d'essai est utilisée pour évaluer avec quelle facilité les matériaux s'enflamment et continuent de brûler.
7.3	Transfert thermique	CAN/CGSB-4.2 N° 78.1 à l'aide de la méthode avec le tissu relâché (c.-à-d. non retenu)	Cette méthode d'essai permet de mesurer la vitesse à laquelle le transfert de chaleur rayonnante et convective se produit à travers un tissu de manière à prévoir une brûlure au deuxième degré.
7.4	Résistance à la chaleur	Méthode décrite en 7.4.1 et 7.4.2	Cette méthode d'essai est utilisée pour évaluer le comportement des tissus et des composants à des milieux très chauds.
7.4	Rétrécissement à la chaleur	Méthode décrite en 7.4.1 et 7.4.2	Cette méthode d'essai est utilisée pour mesurer la résistance d'un tissu au rétrécissement lorsqu'il est exposé à la chaleur.
7.5	Point de fusion	Federal Standard N° 191A, méthode d'essai 1534	Cette méthode d'essai est utilisée pour évaluer le comportement du fil de couture à une exposition à la chaleur.
7.6	Feu à inflammation instantanée (mannequin)	ASTM F1930	Cette méthode d'essai permet d'évaluer l'ensemble des comportements du tissu d'un vêtement pendant la simulation d'un feu à inflammation spontanée. Des valeurs basses pour les brûlures corporelles prévues suggèrent que le tissu offre une meilleure protection.
7.7	Résistance aux fuites et imperméabilité	ASTM D3393 pour le tissu imperméable AATCC 127 pour les coutures du tissu imperméable	
Essais facultatifs			
7.8	Vapeur et liquides chauds (petite échelle)	Voir l'annexe A	Cette méthode d'essai permet d'évaluer la protection offerte par un tissu lorsque ce dernier est exposé à un jet de vapeur comprimé ou à de l'eau chaude pendant une courte période.
7.9	Vapeur et liquides chauds (mannequin)	Voir l'annexe C	Cette méthode d'essai permet de prévoir une brûlure cutanée dans le cas des vêtements simple épaisseur ou d'un ensemble de vêtements de protection monté sur un mannequin instrumenté stationnaire qui est ensuite exposé en laboratoire à un liquide chaud ou à de la vapeur dans des conditions de température, de distribution spatiale et de durée contrôlées.