

## Programme fédéral conjoint de financement de la recherche pour le personnel militaire et les vétérans

### Modèle de résumé de rapport de projet

Possibilité de financement
Évaluation biophysique des vêtements des Forces armées canadiennes (FAC) à l'aide d'un mannequin thermique transpirant
Aperçu
<p>Les ensembles militaires doivent protéger le corps humain contre les éléments tout en étant confortables. Ces ensembles sont épais, lourds et étanches pour garantir une protection contre les substances chimiques et biologiques, et contre les intempéries. Des textiles rigides à faible perméabilité à l'air et à l'humidité sont utilisés pour assurer une résistance mécanique et balistique, comme les plaques balistiques et les gilets de protection avec plaques dures, sans compter les ajouts, comme les vestes tactiques de transport de charge et les capteurs portables, de manière à atteindre un certain niveau de fonctionnalité et de protection. Le degré de protection qui entre dans la conception de ces ensembles se traduit souvent par un certain inconfort thermophysique. Cet inconfort crée des contraintes physiologiques (p. ex. hyperthermie et stress dû à la chaleur) causées par l'incapacité d'assurer le transfert de la chaleur et de l'humidité (transpiration) de la peau vers le milieu ambiant, et à travers les vêtements. Les réactions thermophysiques du corps humain sont prévisibles et peuvent être calculées en mesurant des facteurs comme la résistance thermique des vêtements, de même que leur résistance à l'évaporation et leur capacité de refroidissement par évaporation et de gestion de l'humidité, les conditions climatiques et le niveau d'activité physique. Dans le cadre de la présente recherche, notre équipe a utilisé un mannequin thermique transpirant dans une chambre climatique afin de prédire la capacité des vêtements des FAC à dissiper la chaleur et l'humidité de la peau vers le milieu ambiant, dans le but éventuel de réduire les contraintes physiologiques pour le personnel des FAC.</p>
Sur quoi porte la recherche?
<p>La présente recherche visait à évaluer les propriétés thermophysiques des vêtements des FAC (tableaux 2 et 3). Les vêtements proposés ont été soumis à des expériences approfondies en laboratoire afin de mesurer leurs propriétés de confort thermophysique au moyen d'un mannequin thermique transpirant dans une enceinte à environnement contrôlé, dans les conditions environnementales pertinentes. À cette fin, les ensembles militaires inscrits aux tableaux 1 et 2 ont été évalués afin de prédire leur résistance à la chaleur et à l'évaporation dans des conditions stables selon les méthodes d'essai ASTM F1291 et ASTM F2370, respectivement. En outre, les propriétés de refroidissement par évaporation et de gestion de l'humidité des couches de base hivernales des FAC (tableau 3) ont été évaluées au moyen du mannequin transpirant selon la méthode d'essai normalisée ISO 18640-1. Dans cette partie de la recherche, le transfert combiné de la chaleur et de l'humidité à travers l'ensemble mentionné au tableau 3 a été mesuré dans un état transitoire non isotherme afin d'établir les niveaux de perte de chaleur sèche, de perte de chaleur due à l'humidité et de refroidissement par évaporation et les propriétés de gestion de l'humidité des couches de base hivernales des FAC pendant une activité physique simulée d'une intensité moyenne (6 METs) pendant 30 minutes, suivie d'une période de récupération (1 MET). Les résultats de ces expériences permettront</p>

d'établir les propriétés de confort thermophysique des ensembles, soit la capacité des vêtements à dissiper la chaleur et l'humidité de la peau vers le milieu ambiant.

#### **Comment les chercheurs ont-ils procédé?**

La recherche visait à établir les propriétés de confort thermophysique des ensembles et leur contribution à l'évaluation du confort des vêtements des FAC.

#### **Quelles sont les conclusions de la recherche?**

Les résultats obtenus dans le cadre de la recherche sont les suivants :

Phase 1 :

- Résistance thermique (isolation) de la couche d'air à la surface du mannequin nu
- Résistance thermique (isolation) des vêtements et de la couche d'air à la surface du mannequin vêtu
- Résistance thermique intrinsèque de l'isolation des vêtements
- Surface du mannequin et zone locale
- Température moyenne du mannequin et de la surface zonée (°C)
- Puissance nécessaire pour augmenter la température du mannequin ( $W$ )

Phase 2 :

- Résistance à l'évaporation totale (tout le mannequin) et locale (zones individuelles) de la couche d'air à la surface du mannequin nu
- Résistance à l'évaporation totale (tout le mannequin) et locale (zones individuelles) des vêtements et de la couche d'air superficielle autour du mannequin vêtu
- Résistance à l'évaporation totale (tout le mannequin) et locale (zones individuelles) des vêtements
- Surface du mannequin et zone locale

Phase 3 :

- Délai de refroidissement ( $min$ )
- Refroidissement initial (°C/h)
- Refroidissement soutenu (°C/h)
- Post-refroidissement (°C/h)
- Humidité évaporée ( $g$ )
- Absorption d'humidité ( $g$ )
- Humidité perdue ( $g$ )
- Temps de séchage ( $min$ )

#### **Quelles sont les implications de cette recherche?**

Les propriétés de confort thermophysique des ensembles mesurées dans le cadre de cette recherche contribuent à l'évaluation du confort des vêtements des FAC. L'examen des données recueillies dans le cadre de la recherche et des interrelations entre les propriétés et les structures textiles de la fibre, du fil et du vêtement fournissent des informations qui permettent de comprendre le phénomène de transfert de la chaleur et de l'humidité de la peau, à travers les vêtements, vers le milieu ambiant. Les conclusions de la recherche permettent aux ingénieurs en textiles de concevoir des ensembles militaires qui respirent mieux et assurent un meilleur transfert de la chaleur et de l'humidité sans pour autant sacrifier leur capacité de protection.

#### **Sources**

ASTM (2016a). F2370-22 : « Standard Test Method for Measuring the Evaporative Resistance of Clothing Using a Sweating Manikin » (Méthode d'essai normalisée pour mesurer la résistance à l'évaporation des vêtements au moyen d'un mannequin transpirant). West Conshohocken, PA : American Society for Testing and Materials.

ASTM (2016b). F1291-22 : « Standard test method for measuring the thermal insulation of clothing using a heated manikin » (Méthode d'essai normalisée pour mesurer l'isolation thermique des vêtements au moyen d'un mannequin thermique). West Conshohocken, PA : American Society for Testing and Materials.

Gholamreza, F., Su, Y., Li, R. Y., Nadaraja, A. V., Gathercole, R., Li, R., Dolez, P. I., Golovin, K., Rossi, R. M., Annaheim, S. et Milani, A. S. (2022). « Modeling and Prediction of Thermophysiological Comfort Properties of a Single Layer Fabric System Using Single Sector Sweating Torso », *Materials*, 15(16), article 5786.

ISO (2018). ISO 18640-1 : Vêtements de protection pour sapeurs-pompiers — Effet physiologique — Partie 1 : Mesurage du transfert couplé de chaleur et d'humidité à l'aide du torse transpirant. Genève, Suisse : Organisation internationale de normalisation.