

## **Contrainte physique des tenues Feu de Forêt**

### **Approche méthodologique et recommandations pour un meilleur compromis « protection – tolérance »**

**Médecin de classe exceptionnelle P. AGOPIAN  
Service de santé et de secours médical du SDIS13**



**Docteur JM. COUDREUSE  
Docteur V. LAFAY  
Service de médecine du sport C.H. SALVATOR APHM**



**Assistance Publique  
Hôpitaux de Marseille**



**Lieutenant Colonel L. INES  
Commandant S. MEISSAT  
Capitaine G. AGOPIAN  
Service Départemental d'Incendie et de Secours des Bouches du Rhône**

## **Introduction :**

Il n'existe pas à ce jour de norme spécifique dans le domaine de la protection des sapeurs pompiers lorsque qu'ils interviennent lors de la lutte contre les feux de forêts. Les vêtements de protection que portent les sapeurs pompiers en feux de forêt sont ceux utilisés lors des feux urbains, où une réglementation précise le niveau optimal de la protection souhaitée pour les différentes parties du corps.

Peu d'accidents sont à signaler lors des interventions en feu urbain, ceci signifie donc que le niveau de protection est adapté aux missions auxquelles le pompier est confronté. Ceci n'est pas le cas pour les feux de forêt ; en effet chaque année des sapeurs pompiers sont victimes de brûlures graves, notamment au niveau des membres inférieurs, supérieurs et de la face<sup>1</sup>. Ceci pose alors la question de l'efficacité de la protection de ces zones.

En 1996, le comité européen de normalisation a décidé d'inclure à la Norme EN 469 (2) (vêtements de protection des sapeurs pompiers), en plus des tests de résistance thermique et mécanique, une annexe, visant à informer du niveau de tolérance physique de ces tenues.

A partir de nouvelles tenues d'interventions, choisies par les utilisateurs, renforcées au niveau de zones mal protégées à ce jour, ce travail vise à proposer des éléments factuels permettant d'évaluer la contrainte physique de ces assemblages sur les sujets qui les portent.

L'objectif étant d'améliorer la sécurité et l'efficacité des personnels sur des interventions pouvant être de longue durée (plusieurs heures) dans des moments de chaleur intense (période estivale) en vue d'obtenir le meilleur compromis possible entre un niveau de protection satisfaisant et un niveau de tolérance physique acceptable.

---

<sup>1</sup> Brûlures chez les sapeurs pompiers lors des interventions en feu de forêt, les EPI sont-ils adaptés, M Simon-Folgoas, M Schneider Mémoire de santé publique, FAE SSSM ENSOSP déc. 2004  
EN 469 Vêtements de protection pour les sapeurs pompiers. Exigences et méthodes d'essai pour les vêtements de protection pour la lutte contre l'incendie

## Méthode :

Le travail présenté est réalisé en deux temps.

Tout d'abord le SDIS13 a contacté les autres départements français susceptibles d'être intéressés par ce travail afin de définir les différents types de tenues à étudier. Sont donc inclus dans le cadre de cette étude, en plus de la tenue de travail actuelle, de nouvelles vestes de protection, des pantalons doubles couches, des surpantalons, des pantalons techniques ainsi des sous vêtements techniques. 11 types de tenues sont ainsi retenus. Le SDIS 13 en a ensuite demandé la fabrication d'un nombre suffisant de ces tenues à différents manufacturiers.

Tous les vêtements sont anonymisés (ne comportant aucune marque distinctive ou de fabrique), identifiés seulement par des chiffres. Chaque assemblage de vêtements est alors été identifié par des lettres (un même vêtement pouvant se retrouver dans plusieurs assemblages). Ce sont donc ces assemblages qui constituent les tenues testées, identifiées de B à O.

En aucun cas les personnels supervisant les tests ainsi que les sujets les réalisant, n'ont eu connaissance des marques ou caractéristiques de ces tenues. On peut donc considérer que cette étude est réalisée en double aveugle.

### Tableau des différentes tenues testées.

B :	Veste EN469	Polo coton Veste SPFI Ceinturon	Pantalon SPFI
C :	Veste allégée sans membrane	Polo coton	Pantalon SPFI double couche
D :	Veste allégée sans membrane	Polo coton	Pantalon SPFI double couche
E :	Veste allégée sans membrane	Polo coton	Pantalon SPFI et Surpantalon
F :	Veste allégée sans membrane	Polo coton	Pantalon SPFI et Surpantalon avec maille
G :	Veste allégée sans membrane	Polo coton	Pantalon technique
H :	Veste allégée sans membrane	Polo technique	Pantalon SPFI double couche

I :	Veste spécifique	Polo coton	Pantalon SPFI et Surpantalon avec maille
J :	Veste spécifique	Polo coton	Pantalon SPFI et Surpantalon
K :	Veste spécifique	Polo coton	Pantalon technique
L :	Combinaison	Polo coton Veste SPFI	Pantalon SPFI
M :	Veste allégée sans membrane	Polo coton Ceinturon	Pantalon SPFI et Surpantalon
N :	Veste spécifique	Polo coton Veste SPFI	Pantalon SPFI et Surpantalon
O :	Veste spécifique	Polo coton Veste SPFI	Pantalon technique

Une fois les assemblages choisis, le CEREN<sup>2</sup> soumet ces tenues à un test de feu calibré de manière à éliminer les vêtements pas assez ou trop protecteur ou pouvant se révéler dangereux pour ceux qui les portent.

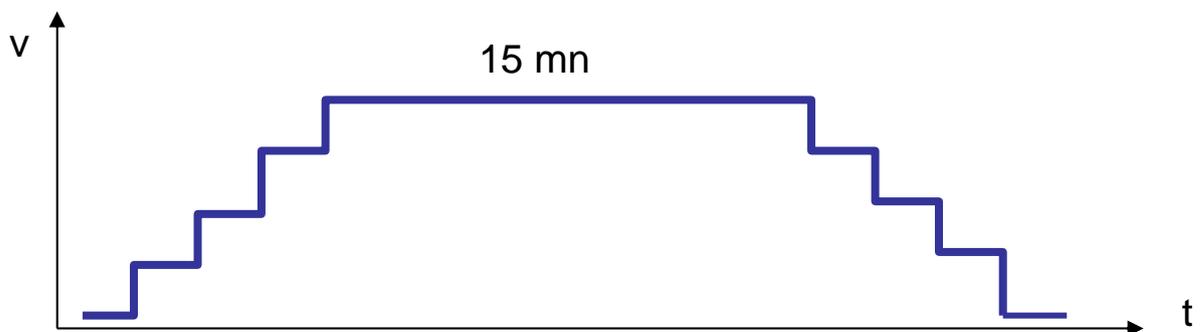
Ceci est le cas avec les combinaisons, qui, bien que possédant un bon niveau de protection contre la radiation d'un foyer externe, continuent à transmettre de la chaleur à l'intérieur, alors même que la tenue n'est plus soumise à une radiation externe. Ces tenues n'ont donc pas été testées dans le cadre de l'évaluation des contraintes physiques.

---

<sup>2</sup> Centre d'Etude et de Recherche de l'Entente interdépartementale

En ce qui concerne l'évaluation de la contrainte physique, l'épreuve que nous avons choisi de pratiquer, reprend les travaux réalisés en 1996 en collaboration avec le laboratoire de sport de la Faculté de Médecine de Marseille, à savoir :

- Constitution d'un groupe homogène de 8 sapeurs pompiers de sexe masculin :
  - o âge moyen : 40 ans (minimum 32 ans, maximum 45 ans),
  - o taille moyenne 1,75 m (minimum 1,70 m, maximum 1,81 m),
  - o poids moyen 73 kg (minimum 69 kg, maximum 80 kg).
- Réalisation d'un bilan complet au laboratoire de médecine du sport de la Faculté de Médecine de Marseille comprenant :
  - o un bilan morphologique,
  - o un bilan de repos, une Exploration Fonctionnelle Respiratoire,
  - o une VO<sub>2</sub>max réalisée sur un tapis de course avec évaluation des aspects cardio vasculaires,
- Réalisation d'une épreuve conforme à l'annexe E, de la norme EN469, telle que le comité de normalisation l'avait annexé à la norme en 1998, à savoir : une course de 15 mn sur un tapis roulant à une vitesse correspondant à pour chaque individu à 90% de la VO<sub>2</sub> max, atteinte par paliers successifs de 2km/h toutes les 2mn, suivi d'un arrêt progressif avec baisse de la vitesse de course de 2km/h toutes les 2 mn. Chaque individu pratique donc cette épreuve d'abord en tenue de sport (short, torse nu, baskets), puis avec chacune des onze tenues retenues.



Les paramètres mesurés lors de ce test sont :

- Le poids du sujet en début et en fin d'épreuve en slip (ce qui quantifie le volume de la déperdition hydrique).
- La fréquence cardiaque.
- La température centrale.

Dans notre étude, la fréquence cardiaque est mesurée par électrocardioscope car dans ce type d'épreuve assez intense sur le plan physique une surveillance du rythme cardiaque est nécessaire, ce que ne permet pas un simple cardiofréquence-mètre.

La température centrale est mesurée par voie tympanique conformément à la norme Iso 9886 relative à l'évaluation de l'astreinte thermique par mesure physiologique<sup>3</sup>.

Toutes les épreuves sont réalisées dans une salle thermo régulée de taille suffisante, maintenue à 20°. Le nombre d'évaluateurs est volontairement limité : 1 médecin et 1 personnel paramédical pour la Vo2 max, 1 médecin et 4 personnels paramédicaux pour la réalisation de l'ensemble des tests en tenue (13 passages de 8 sujets tests, soit 104 tests au total).

Les éléments permettant la réalisation des tests (tapis de course) leur surveillance et leur analyse (balance, appareils de monitoring...) ne sont pas déplacés pendant toute la durée des tests.

Afin de vérifier la validité des tests, un pré-test est pratiqué avec des sujets non inclus dans l'étude. Ceci nous permet de vérifier la faisabilité du test, sa reproductibilité ainsi que l'ergonomie et la disposition des différents matériels utilisés.

Les tests en tenue sont précédés par un test en tenue de sport permettant d'avoir pour chaque individu et pour l'ensemble du groupe, des valeurs de référence pour les différents paramètres mesurés.

Pour les tests en tenue, chaque test est réalisé avec l'assemblage retenu, la cagoule de feu, sans gants et en baskets pour permettre la course sur le tapis roulant.

A la fin de chacun des tests, chaque sujet remplit une grille d'évaluation de la tenue prenant en compte :

- Le ressenti global,
- la sensation de chaleur,
- la sensation d'humidité,
- la sensation d'épuisement,
- la gêne mécanique,
- la sensation d'effort intense,
- l'aisance des tenues.

---

<sup>3</sup> Iso 9886 : Ergonomie – Relative à l'évaluation de l'astreinte thermique par mesure physiologique.

## **Matériel :**

Les tests ont eu lieu dans deux endroits :

Tout d'abord au laboratoire de Médecine du sport de la Faculté de Médecine de Marseille CHR Salvator pour les VO2 Max.

Pour la suite des tests, le laboratoire de médecine du sport a accepté que les tests se déroulent dans un centre de secours sous leur supervision. Ils se sont donc déroulés dans un centre de secours équipé d'une salle thermo régulée à 20°, mais également d'une laverie industrielle permettant d'obtenir entre les tests, une qualité de lavage et de séchage conforme aux recommandations en vigueur dans les tests normatifs (2).

Le matériel utilisé pour les tests comprend :

- un tapis de course avec réglage électronique de la vitesse et de la durée de la course,
- une balance électronique à impédancemétrie de marque TANITA BC 420MA,
- un thermomètre tympanique, pour une mesure continue de la température centrale pendant la durée de toute l'épreuve, Thermotech 01 de marque NewTech,
- un scope 3 brins de marque Kontron permettant une surveillance du tracé et de la fréquence cardiaque toute la durée de l'épreuve.

Par ailleurs ce matériel, est complété par un thermomètre tympanique à mesure unique pour vérifier et valider les mesures de température centrale en début et en fin d'épreuve et du matériel de première urgence immédiatement utilisable si nécessaire.

## **Résultats :**

Le tableau suivant présente pour chacune des tenues et pour chacun des paramètres mesurés la moyenne du groupe des sujets tests. Sont donc retenus :

- la moyenne des fréquences cardiaques maximales atteintes (fréquence cardiaque maximale atteinte – fréquence cardiaque de départ).
- La moyenne des fréquences cardiaques en fin d'épreuve (fréquence cardiaque en fin d'épreuve – fréquence cardiaque avant le début de l'épreuve),
- La moyenne des températures maximales (température maximale – température en début d'épreuve).
- La moyenne des pertes hydriques (poids initial - poids final).
- La moyenne (sur 20) de la notation du groupe pour chaque tenue.

Tenue	FC Max b/mm	FC Fin b/mm	TC max °c	Perte hydrique (l)	Ressenti Note/20
A : Tenue de sport	71 b/mn (49-99)	28 b/mn (8-43)	0,4° (0,1 – 0,6)	0,36 (0,2 - 0,05)	
B : Veste EN 469 Tenue FI complète (veste + pantalon), Polo coton, ceinturon	93 b/mn (64 – 120)	58 b/mn (43 – 84)	2,6° (1,8 – 3;3)	0,55 (0,4 – 0,8)	7,4
C : Veste allégée sans membrane, Pantalon SPFI double couche, Polo coton	74 b/mn (54 - 91)	47 b/mn (36 – 56)	2,7° (2,2 – 3,1)	0,5 (0,4 – 0,7)	10,75
D : Veste sans membrane, Pantalon SPFI double couche, Polo coton	77 (65 – 99)	46 (37 – 53)	2,6° (2,1 – 3,5)	0,5 (0,4 – 0,6)	8,15
E : Veste allégée sans membrane, Pantalon SPFI, Surpantalon, Polo coton	86 (66 – 101)	52 (28 – 73)	2,5° (2,1 – 3)	0,47 (0,3 – 0,7)	9,7
F : Veste sans membrane, Pantalon SPFI, Surpantalon avec maille, Polo coton	73 (51 – 104)	54 (44 – 84)	2,7° (1,6 – 3,6)	0,58 (0,5 – 0,7)	8,65
G : Veste sans membrane, Pantalon technique, Polo coton	81 (52 – 113)	49 (45 – 63)	2,8° (1,7 – 3,3)	0,5 (0,4 – 0,8)	9,6
H : Veste sans membrane, Pantalon SPFI double couche, Polo technique	67 (65 – 89)	46 (26 – 65)	2,6° (1 – 3,5)	0,5 (0,2 – 0,6)	10,4
I : Veste spécifique, Pantalon SPFI, Surpantalon avec maille, Polo coton	74 (27 – 105)	51 (41 – 77)	3° (2,4 – 3,4)	0,58 (0,4 – 0,9)	9,4
J : Veste spécifique Pantalon SPFI, Surpantalon, Polo coton	91 (61- 107)	50 (33 – 68)	2,4° (1,8 – 3,5)	0,54 (0,4 – 0,7)	10,4
K : Veste spécifique Pantalon technique, Polo coton	79 (59-96)	39 (26-53)	2,8 (2,1-3,3)	0,51 (0,4-0,7)	9,3
L : Combinaison	Non testée	Non testée	Non testée	Non testée	Non testée
M : Tenue E avec ceinturon de feu	84 (69-103)	44 (35-51)	2,4 (1,6-2,9)	0,64 (0,6-07)	8,2
N : Tenues spécifiques veste et surpantalon, Tenue SPFI veste et pantalon, Polo coton	73 (33-79)	48 (37-59)	2,8 (2-3,4)	0,64 (0,6-0,7)	10,6
O : Veste spécifique, Veste SPFI, Pantalon technique, Polo coton	81 (60-122)	50 (36-61)	2,6 (2,2-3,5)	0,54 (0,4-0,6)	8,8

## Discussion :

Plusieurs éléments peuvent être mis en évidence dans la discussion. Tout d'abord, en ce qui concerne la méthode choisie. Le test semble robuste, éliminant toute interférence extérieure. Facilement reproductible, il est soumis à peu d'aléas (voire pas du tout) dans la mesure, où les conditions où il est pratiqué, sont toujours les mêmes, avec les mêmes investigateurs, les mêmes sujets testant les tenues et les mêmes matériels de monitoring.

Cette épreuve avait été proposée en 1996 par le Professeur Vanuxem (2) et présente l'avantage de ne tenir compte que de la valeur intrinsèque de l'individu, en gommant l'ensemble des facteurs extérieurs (température, charge de travail, effort...) pouvant interférer sur le test.

Chacune des tenues est donc testée dans les mêmes conditions à savoir : le même groupe de sujets test, la même charge de travail (90 % de la VO<sub>2</sub> Max pendant 15mn atteinte par paliers successifs), les mêmes matériels de tests (tapis roulant) et de mesure, la même température externe (constamment régulée à 20 °C) et la même équipe d'investigateurs (volontairement réduite pour diminuer le risque de biais). Tous les tests sont effectués aux mêmes heures (13h30-17h00).

Ensuite, les tenues sont testées en double aveugle. Ni les sujets test ni l'équipe chargée de l'encadrement des tests ne connaissent les tenues portées (hormis pour la tenue de sport et la tenue B (qui est la tenue utilisée à ce jour par les équipes d'intervention). Ceci permet d'éviter tout à priori envers une tenue permettant une notation en fin d'épreuve la plus objective possible.

Enfin en ce qui concerne les résultats, après discussion et étude avec le laboratoire de Médecine du sport de la faculté de médecine de Marseille, c'est la température centrale et la déperdition hydrique qui sont les éléments les plus discriminatifs. La température centrale et la déperdition hydrique sont jugées plus spécifiques de l'effort et de son impact sur l'organisme, que la fréquence cardiaque, trop dépendante des individus.

Ainsi il apparaît que trois des tenues testées ont des résultats de moyenne d'élévation de températures centrales inférieures ou égales à 2,5°C. Il s'agit des tenues E, J et M.

Pour ces trois tenues, on note que l'assemblage porté sur la partie inférieure du corps (pantalon SPF1 et un surpantalon simple) est identique. L'assemblage composant la tenue E est testée à deux reprises. Une fois sans ceinture de feu (tenue E), une seconde fois avec ceinture de feu (tenue M).

Il est à noter que pour ces deux tenues, les résultats sont proches, sauf en ce qui concerne la sudation nettement plus élevée avec la tenue comportant le ceinturon de feu. Ceci peut s'expliquer par une diminution des échanges évaporatifs générés par le port du ceinturon.

Pour toutes les autres tenues la moyenne de l'élévation de la température centrale est supérieure à 2,5 °C. On note que les ensembles portés avec des surpantalons à double mailles ont les plus mauvais résultats (assemblage de haut du corps identiques).

Il est donc important de noter le rôle dans la thermogénèse du bas du corps (cuisses et jambes) qui nécessite une protection accrue en raison du risque de brûlures. Une surprotection trop importante ou mal adaptée impactera sur la tolérance physique.

A ce propos, la tenue B semble avoir des résultats dans la moyenne des autres tenues. Mais les résultats de la tenue B sont difficilement comparables aux résultats obtenus par les autres assemblages car c'est la seule à ne pas être renforcée au niveau des membres inférieurs (pantalon simple couche).

Pour la partie supérieure du corps, on note que toutes les tenues comportant dans leur assemblage le port de la veste SPF1 ont de mauvais résultats en terme de tolérance physique (moyenne des températures centrales supérieures à 2.5°C en fin d'épreuve, avec une réelle difficulté de récupération physique : persistance d'une élévation de la fréquence cardiaque en fin d'épreuve).

Enfin, on ne note pas de différence significative entre les tenues comportant un polo techniques par rapport à celles comportant un polo en coton.

## **Recommandations**

Notre travail s'est basé sur deux postulats :

Le premier, tenter d'améliorer le niveau de protection de certaines zones peu ou mal protégées de l'organisme lors de la lutte contre les feux de forêt.

Le second, proposer un assemblage de tenues associant les meilleurs compromis protection du sapeur pompier et tolérance physique à l'effort.

A la fin de ces travaux, il apparaît clairement que deux éléments sont importants à prendre en compte :

- Le rôle dans la thermogénèse des membres inférieurs (qui est à ce jour une des zones de l'organisme les moins bien protégées).
- Le rôle dans la déperdition hydrique, du port du ceinturon de feu. En effet, si ce dernier ne semble pas modifier de manière importante la température centrale et la fréquence cardiaque à l'effort, il a un impact non négligeable sur une déperdition hydrique majorée.

Concernant la partie inférieure du corps, c'est le surpantalon simple, porté sur un pantalon SPFI qui donne les meilleurs résultats devant un pantalon double couche SPFI, puis un pantalon technique et enfin un surpantalon avec maille porté sur un pantalon F1.

En dehors des aspects de tolérance physique, nous préconisons, pour deux raisons, de choisir un assemblage pantalon SPFI associé à un surpantalon simple, plutôt qu'un pantalon double couche :

- le manque de protection de la ceinture abdominopelvienne et dorsale basse avec un pantalon double couche nécessitant le port obligatoire d'un ceinturon de feu. En effet ce pantalon ne remonte pas assez haut pour une protection satisfaisant de ces zones. Cette remarque est également valable pour les pantalons techniques.
- l'inconfort net du port du pantalon double couche en dehors des interventions en période estivale,

Concernant la partie supérieure du corps, toutes les tenues sont testées avec des polos en coton, sauf la tenue H qui comporte un polo technique à manches courtes. Ce polo technique ne possède aucune capacité évaporative, mais est un polo en aramide viscosse constituant une couche supplémentaire de protection.

On ne note pas de différence significative entre cette tenue (H) et la tenue C qui est la même tenue portée avec un polo en coton.

On peut donc conclure que le polo technique n'a pas d'impact physique particulier sur l'individu à l'effort.

Le polo technique testé est un polo manche courte. Notre étude préliminaire sur la cartographie des brûlés a mis en évidence au niveau des membres supérieurs, une augmentation des surfaces et des profondeurs atteintes au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la racine du membre vers son extrémité.

Deux solutions sont alors possibles : le port d'un polo technique à manches longues (mal toléré en été) ou un renforcement des manches des vestes de protection associé à un polo technique à manches courtes.

Concernant la veste de protection, deux vestes se détachent. Il s'agit des vestes portées dans les tenues E et J.

La tenue E est la veste d'intervention portée actuellement en feu urbain, allégée et sans membrane.

La tenue J est une tenue spécifique.

Les deux vestes semblent avoir des niveaux de tolérance identique. Il est à noter que les tenues comportant des nouveaux modèles de vestes (tenues spécifiques) sont globalement trop courtes pour une bonne protection des organes génitaux externes et des fesses (parties particulièrement soumises aux brûlures).

Notre préconisation se porte donc sur deux types de tenues :

- Une première tenue composée :
  - d'une veste polyvalente allégée sans membrane, permettant d'être porté aussi bien en feu de forêt qu'en feu urbain dont les manches sont renforcées,
  - d'un polo technique manche courte,
  - d'un pantalon SPFI,
  - d'un surpantalon simple.
- Une seconde tenue composée :
  - d'une veste spécifique feu de forêt (pour les SDIS souhaitant s'en doter ou les équipes spécialisées) à manches renforcées,
  - d'un polo technique manche courte,
  - d'un pantalon SPFI,
  - d'un surpantalon simple.

Dans tous les cas, il est important de prendre en compte le fait qu'il s'agit d'EPI et d'inclure les notions données par les SP ayant testés ces tenues à savoir :

- des vêtements de travail devant avoir des coupes adaptées pour donner une aisance et un confort au travail.
- Ces vêtements doivent disposer de poches et d'accroches-outils adaptés.  
Pour ces deux aspects, des efforts sont donc à demander aux fabricants.
- Les tenues doivent être de taille adaptée, non plaquées sur le corps. L'air est en effet un tampon thermique. Son absence entre les différentes couches et entre les vêtements et la peau peut se révéler dangereuse.
- S'agissant d'un EPI une explication technique est à fournir sur l'utilisation, le port et l'entretien pour en optimiser l'utilisation.

## **Conclusion :**

Il nous apparaît à présent évident que les tenues de feu et leur composition ont un impact significatif sur les sujets qui les utilisent.

L'objectif de ce travail et les recommandations qui en découlent sont d'améliorer la sécurité des sapeurs pompiers en intervention et de dégager le meilleur compromis possible entre un niveau de protection suffisant et réglementaire et une tolérance physique compatible avec le maintien d'une capacité opérationnelle.

Il est à souligner que ces tests sont effectués sur des sujets sportifs entraînés et en bonne condition physique.

Deux types de tenues semblent se dégager avec une protection identique sur les membres inférieurs (surpantalon/pantalon). Si le choix d'un surpantalon est effectué on peut émettre l'hypothèse de l'ablation du ceinturon de feu. Cette ablation n'est envisageable que s'il y a port d'un EPI remontant suffisamment haut sur la ceinture abdominopelvienne et dorsale basse. En effet, ce n'est pas le cas des pantalons double couche et techniques testés assurant mal la protection de ces zones.

Pour la partie haute du corps, deux choix sont possibles : soit une veste mixte (feu urbain/feu de forêt) allégée sans membrane ou une veste spécifique portée sur un polo technique manches courtes.

Notre préconisation porte également sur un renforcement de la protection des manches, mais également sur une amélioration de l'aisance globale et de l'ergonomie de la tenue. Ces deux éléments sont à ce jour peu étudiés par les fabricants.

Ce travail ne constitue qu'une étape sur les EPI des feux de forêt. En effet, il ne prend pas en compte les EPI techniques tels que les gants et la cagoule. Ces deux EPI protègent des zones suffisamment sensibles pour nécessiter des travaux spécifiques.

Enfin, il est important que les acheteurs, puissent au même titre que la protection thermique et mécanique connaître l'impact physique des tenues proposées par les fabricants.

A ce jour, ces données sont empiriques et doivent être normées pour le feu de forêt comme c'est à ce jour le cas pour le feu urbain.

## Résultats par tenues



**B**

Fc Max : 93 b/mn  
FC fin d'épreuve : 58 b/mn  
Tc Max : 2,6 °  
Déperdition Hydrique : 0,55 l  
Tolérance : 7,4



**C**

Fc Max : 74 b/mn  
FC fin d'épreuve : 47 b/mn  
Tc Max : 2.7 °  
Déperdition Hydrique : 0,5 l  
Tolérance : 10.75



**D**

Fc Max : 77 b/mn  
FC fin d'épreuve : 46 b/mn  
Tc Max : 2,6 °  
Déperdition Hydrique : 0,5 l  
Tolérance : 8,15



**E**

Fc Max : 86 b/mn  
FC fin d'épreuve : 52 b/mn  
Tc Max : 2.5 °  
Déperdition Hydrique : 0,47 l  
Tolérance : 9,7



**F**

Fc Max : 73 b/mn  
FC fin d'épreuve : 54 b/mn  
Tc Max : 2.7°  
Déperdition Hydrique : 0,58 l  
Tolérance : 8.65



**G**

Fc Max : 81 b/mn  
FC fin d'épreuve : 49 b/mn  
Tc Max : 2,8 °  
Déperdition Hydrique : 0,5 l  
Tolérance : 9.6



**H**

Fc Max : 67 b/mn  
FC fin d'épreuve : 46 b/mn  
Tc Max : 2.6 °  
Déperdition Hydrique : 0,5 l  
Tolérance : 10.4



**I**

Fc Max : 74 b/mn  
FC fin d'épreuve : 51 b/mn  
Tc Max : 3 °  
Déperdition Hydrique : 0,58l  
Tolérance : 9,4



**J**

Fc Max : 91 b/mn  
FC fin d'épreuve : 50 b/mn  
Tc Max : 2,4 °  
Déperdition Hydrique : 0,54 l  
Tolérance : 10.4



**K**

Fc Max : 79 b/mn  
FC fin d'épreuve : 39 b/mn  
Tc Max : 2.8 °  
Déperdition Hydrique : 0,51 l  
Tolérance : 9.3



**M**

Fc Max : 84 b/mn  
FC fin d'épreuve : 44 b/mn  
Tc Max : 2.4 °  
Déperdition Hydrique : 0,64 l  
Tolérance : 8.2



**N**

Fc Max : 73 b/mn  
FC fin d'épreuve : 48 b/mn  
Tc Max : 2.8 °  
Déperdition Hydrique : 0,64l  
Tolérance : 10.6



○

Fc Max : 81 b/mn  
FC fin d'épreuve : 50 b/mn  
Tc Max : 2.6 °  
Déperdition Hydrique : 0,54 l  
Tolérance : 8,8

## Déroulement des épreuves

### **VO2Max**

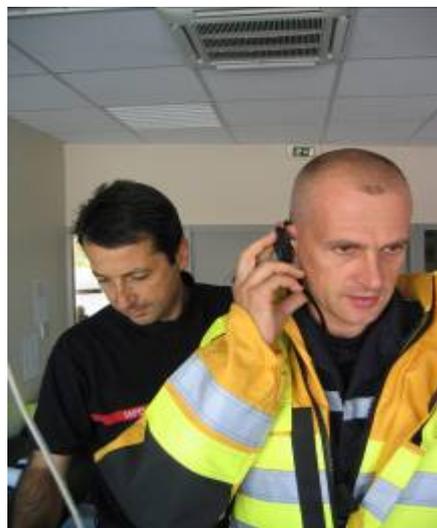


### **Test Physique**

Pesée des sujets



Equipement-monitorage



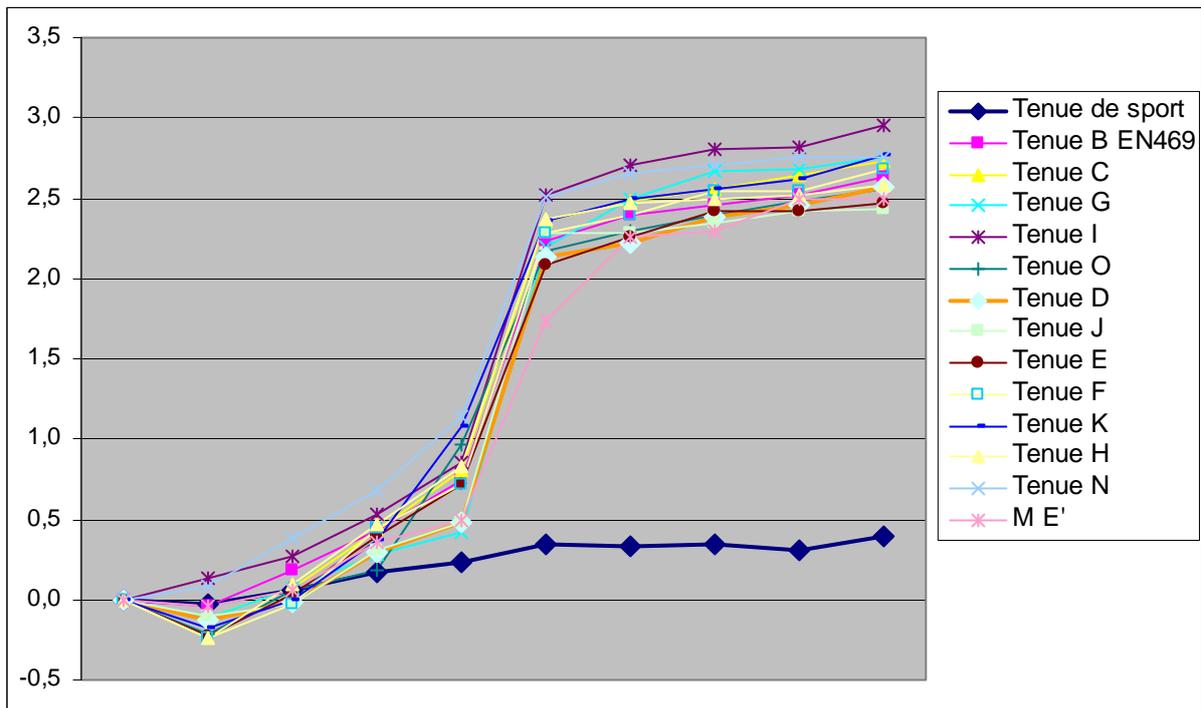
Test en tenue de sport



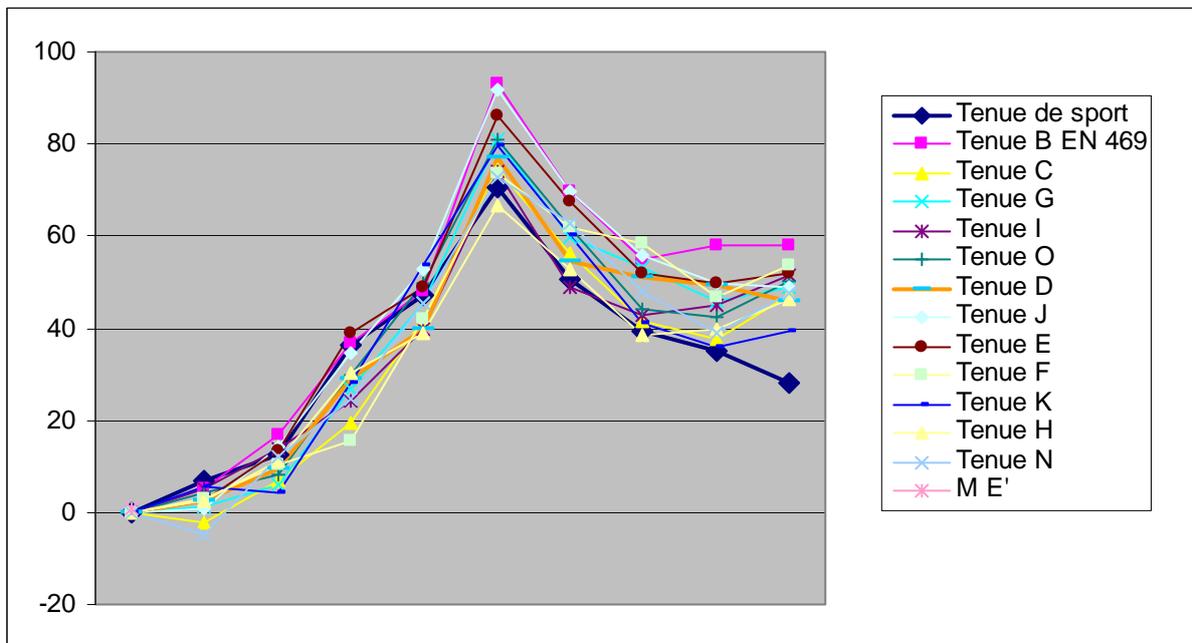
Tests en tenue de feu



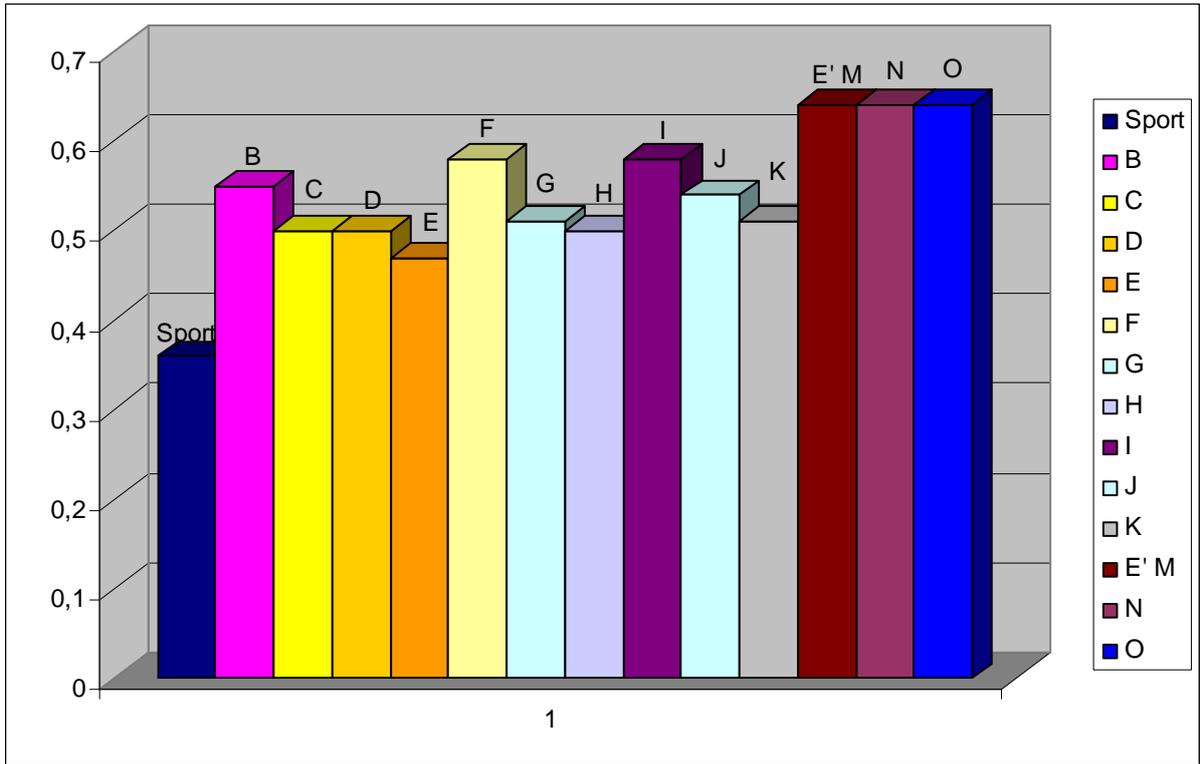
## Résultats obtenus par tenues



Moyenne des élévations thermiques par tenues



Moyenne des fréquences cardiaques par tenues



Moyenne des déperditions hydriques par tenues