

# Etude prospective comparative de l'utilisation des tuyaux en écheveaux (TE) versus tuyaux en couronne (TC) en termes d'impact physiologique chez un binôme d'attaque (BAT) Sapeurs-Pompiers (SP) au Service Départemental et d'Incendie et de Secours (SDIS) du Nord (59)

H. DEHAUT\*, S. DUSEAU, O. OMONT, A. SAVEY

*Service Département d'Incendie et de Secours du Nord (SDIS 59), dont :*  
*Service de Santé et de Secours Médicalisés (SSSM) du CIS Douai – Groupement 5*  
*Centre d'Incendie et de Secours de Douai, 53 rue Maurice Facon, 59119 WAZIERS – Groupement 5*  
*Centre d'Incendie et de Secours Lille-Bouvines, 64 rue de Bouvines, 59000 Lille – Groupement 3*  
*Service Communication du SDIS 59*

*Rédaction Novembre 2018*

---

## Résumé

**Objectifs** – La technique des tuyaux en écheveaux se diffuse depuis 2008 en France car des bénéfices émanent de cette méthode. L'objet de cette étude était d'évaluer l'aspect physiologique chez un binôme d'attaque (BAT) sapeurs-pompiers (SP) lors de manœuvres d'établissement de tuyaux en couronne (TC) (méthode traditionnellement utilisée par les sapeurs-pompiers français) en comparaison de cette méthode alternative utilisant les tuyaux en écheveaux (TE).

**Populations et méthodes** – Il s'agit d'une étude exploratoire, prospective et comparative entre deux modes de conditionnement de tuyaux servant à l'établissement d'une ligne d'attaque dont le point de départ est la prise d'eau et le point d'arrivée le point d'attaque. Les données hémodynamiques étaient collectées avant chaque engagement sur la manœuvre (T repos), puis dès son arrêt (T0) et à 3 minutes après l'arrêt de la manœuvre (T3) ainsi que des données qualitatives sur l'effort perçu.

**Résultats** – Soixante SP ont été analysés dans l'étude, soit 30 binômes d'attaque. Chaque binôme SP a participé aux 2 manœuvres avec un temps de repos observé avant chaque passage. Les équipiers étaient les plus impactés par le différentiel qui existe entre ces 2 méthodes car ils augmentaient leur fréquence cardiaque maximale totale (FMT) à + de 43,8 % à T0 lors de l'utilisation des TC contre 22 % lors de l'utilisation de TE. L'effort perçu doublait pour cette même population lorsqu'ils utilisaient les TC en comparaison des TE qui respectaient les gestes et postures ainsi qu'une meilleure sécurité car il n'y avait pas de dissociation du binôme engagé.

**Conclusion** – Les tuyaux en écheveaux permettent une meilleure répartition de la charge physiologique impactant le binôme d'attaque SP engagé en comparaison des tuyaux en couronne.

**Mots clés** : tuyaux ; écheveaux ; couronne ; sapeur-pompier ; impact physiologique

---

\* auteur correspondant.

*email* : helene.dehaut@sdis59.fr

## **1. Introduction**

Les tuyaux en couronne aussi appelés tuyaux roulés correspondent à un conditionnement des tuyaux souples servant à attaquer un incendie. Le tuyau est d'abord plié en 2 puis roulés sur lui-mêmes jusqu'aux raccords. Cette technique nécessite de démarrer l'établissement à partir du point d'attaque et impose à l'équipier d'assumer seul la mise en place de l'établissement jusqu'à la prise d'eau.

Le guide national référence (GNR), établissement des lances en binôme, impose le sens d'établissement du point d'attaque au point d'eau.

Les pays anglo-saxons utilisent déjà depuis des années la technique des tuyaux en écheveaux et depuis 2008, cette technique se diffuse en France<sup>9</sup> notamment au SDIS de Loire Atlantique et du Pas de Calais<sup>7,8</sup> pour les précurseurs.

Il s'agit de tuyaux pliés et posés sur les épaules du binôme d'attaque. L'établissement se fait sans dissociation du binôme tout le long de la progression du point d'eau jusqu'au point d'attaque.

Les sapeurs-pompiers ressentent les bénéfices de cette méthode. Mais qu'en est-il de l'impact physiologique réel sur ces derniers ?<sup>1</sup>

L'objectif de cette étude sera d'étudier l'impact physiologique chez un BAT lors de l'établissement d'une lance à débit variable (LDV) 40 sur division alimentée.

## **2. Population étudiées et méthodes**

### **2.1. Consentement**

Après accords pris au niveau des Chef des CIS Douai et Lille-Bouvines, des manœuvres sont planifiées avec les équipes de garde durant 3 jours consécutifs mi-octobre 2018 : le matin, à Lille-Bouvines et l'après-midi à Douai.

### **2.2. Population étudiée**

Les SP participants à l'étude étaient ceux présents lors des jours prévus pour la manœuvre. Soixante Sapeurs-Pompiers ont participé à cette étude, soit 30 binômes d'attaque répartis de façon équitable entre les 2 CIS participants.

Une manœuvre type a été définie : il s'agissait d'établir une ligne d'attaque de 3 tuyaux de diamètre nominal (DN) 45, rampant dans les escaliers d'un bâtiment (sans utilisation de l'âme).

Dans les deux manœuvres, les sapeurs-pompiers portaient la tenue de feu complète, et l'appareil respiratoire isolant (ARI). Ils ne portaient pas de masque ARI en bandoulière.

A DOUAI, les manœuvrants établissaient sur 2 étages.

A LILLE-BOUVINES, les manœuvrants établissaient sur 3 étages.

Pour les tuyaux en couronne, le BAT montait les étages jusqu'au point d'attaque. Le chef BAT portait 1 tuyau et 1 lance, l'équipier 2 tuyaux. Le chef déroulait son tuyau et raccordait

sa lance. L'équipier déroulait le premier tuyau, raccordait le tuyau du chef et descendait les étages en établissant le deuxième tuyau, jusqu'à la division au pied de l'immeuble. Il ouvrait la division et remontait l'établissement en arrangeant la réserve et supprimant les coudes. La manœuvre était arrêtée lorsque l'équipier avait rejoint le chef.

Pour les tuyaux en écheveaux, le BAT se présentait à la division au pied de l'immeuble. Le chef raccordait l'un des tuyaux de son équipier sur la division qu'il laissait en position ouverte. Le BAT montait les escaliers jusqu'au point d'attaque. Durant l'ascension, les tuyaux étaient dévidés et raccordés entre eux ; d'abord l'équipier, puis le chef. Au point d'attaque, l'équipier arrangeait le surplus de tuyau en réserve. La manœuvre était arrêtée lorsque le Chef demandait l'ouverture de l'eau au conducteur par radio.

Deux SP expérimentés nous accompagnaient quotidiennement pour expliquer la manœuvre aux équipes présentes et s'assurer du respect de la technique lors du déroulement de la manœuvre.

Les critères d'inclusions communs aux SP étaient :

- un âge supérieur à 18 ans,
- une aptitude médicale validée et à jour aux dates des manœuvres.

### **2.3. Type d'étude**

Il s'agissait d'une étude prospective et comparative entre deux modes de conditionnement des tuyaux servant à l'établissement d'une ligne d'attaque par un BAT.

Tous les binômes SP passaient sur les 2 manœuvres en gardant le même rôle dans le binôme (chef ou équipier) et en commençant par la technique utilisant les TE censée être moins physique que celle des TC.

Un temps de récupération était prévu, ainsi qu'une prise des mesures au repos avant engagement sur les 2 manœuvres afin de s'assurer de la récupération physique du binôme.

### **2.4. Paramètres analysés**

#### **2.4.1. Données démographiques**

L'âge, le sexe, le poids et la taille afin de calculer l'Indice de Masse Corporelle (IMC), étaient analysés dans l'étude.

L'IMC ou indice de Quételet est un indice reconnu par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) qui permet de calculer la corpulence d'un individu selon poids en kg divisé par taille en mètre carré. L'IMC est adapté pour les adultes de 20 à 65 ans. Son interprétation peut être différente dans certaines situations : grossesse, enfants, graves maladies, personnes âgées ont donc été exclus de l'étude car elles demandent une autre interprétation de cet indice.

Dans notre étude, l'IMC doit être compris entre 18,5 et 24,9.

- $IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$  : insuffisance pondérale
- $18,5 < IMC < 24,9$  : poids normal
- $25 < IMC < 29,9$  : surpoids
- $IMC > 30$  : obésité

#### **2.4.2. Paramètres hémodynamiques**

La pression artérielle systolique (PAS) et diastolique (PAD), la fréquence cardiaque (FC), la saturation pulsée en oxygène (SpO<sub>2</sub>), la température (T°) et la fréquence respiratoire (FR) étaient mesurés avant engagement (T repos), dès l'arrêt de la manœuvre (T0) puis à trois minutes (T3) de l'arrêt de la manœuvre.

La FC était interprétée en se basant sur le calcul de la fréquence cardiaque maximale théorique (FMT) de chaque individu. La formule de FMT est 220 moins l'âge du SP. Un pourcentage de ce paramètre était décliné pour définir le pourcentage de FMT atteint en lien avec le temps de la manœuvre analysé.

La majeure partie des mesures ont été réalisées à l'aide d'un LifePak 12 qui est un appareil de monitoring multiparamétrique, sinon par un MASIMO Rad-57 Pulse CO-Oxymètre (permettant la mesure du pouls et de la SpO<sub>2</sub>) associé à un tensiomètre manuel + stéthoscope selon le matériel à disposition au moment des manœuvres.

#### **2.4.3. Paramètres de temps**

Un chronomètre était déclenché dès le début de la manœuvre et était stoppé dès la mise en eau.

#### **2.4.4. Echelle de BORG – évaluation de l'effort perçu**

L'échelle de Borg<sup>2</sup> ou la mesure de perception de l'effort (RPE) est une mesure quantitative de la perception de l'effort durant un exercice physique. La mesure est une cote sur une échelle de 0 à 10 rattachée à différents mots d'appréciation allant de aucun effort (= 0) à un effort maximal (= 10).

Cette échelle permet une mesure subjective de la charge de travail tout en tenant compte des sensations physiques et psychiques de la personne, de la condition physique, des conditions environnementales et du niveau de fatigue générale.

L'échelle de Borg était évaluée juste à la fin de chacune des manœuvres TE et TC.

#### **2.4.5. Echelle CR 10 - évaluation de la pénibilité ressentie**

Cette échelle est une autre échelle de BORG, qui utilise le catégorial rating 10 (CR10)<sup>3</sup> pour permettre une évaluation subjective de la charge de travail par le relevé des perceptions localisées à un groupe musculaire ou à une partie du corps. Dans cette étude, la perception de l'effort était recueillie sur les 7 zones suivantes :

- avant-bras/main droite et gauche
- bras/épaule droit et gauche
- cou/haut du dos
- bas du dos
- jambe.

L'évaluation était expliquée à chaque SP et recueillie à la fin de chacune des manœuvres.

#### 2.4.6. Gestes et postures (GEP)

L'analyse des GEP était une étape essentielle pour appréhender le risque de troubles musculo-squelettique (TMS) du SP.

Elle a consisté par une analyse biomécanique du geste réalisé tout en tenant compte de l'environnement et de la situation. La composante cognitive des GEP étaient déjà évaluée par les échelles de BORG<sup>4</sup>.

L'évaluation était basée à partir du visuel observé lors des manœuvres et de façon plus détaillée par des photos et des vidéos réalisées lors de manœuvres permettant de détailler certains gestes et postures.

Un briefing avant les manœuvres a été réalisé avec Joachim SAOULI du Service Communication du SDIS 59 afin de décrire les photos et vidéos attendues.

### 3. Résultats

#### 3.1. Description des 2 groupes

Après screening, 60 Sapeurs-Pompiers ont été inclus dans l'étude, soit 30 binômes ont été analysés : 30 chefs BAT et 30 équipiers BAT répartis de façon équitable entre les CIS de Douai (D) et Lille-Bouvines (LB) (Fig. 1)

Chaque SP a effectué consécutivement la manœuvre avec les TE puis celle des TC, tout en respectant un temps de récupération entre les 2 manœuvres, confirmé par une prise des paramètres hémodynamiques avant chaque début d'engagement.

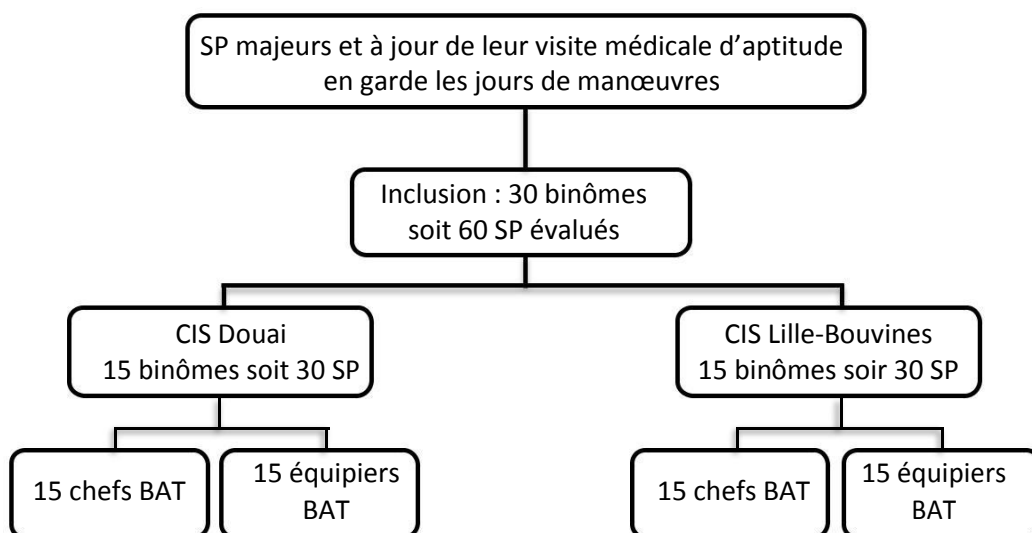


Fig. 1 : 60 sapeurs-pompiers ont remplis les critères d'inclusion, participé et étaient analysés dans l'étude.

Les principales caractéristiques des populations SP sont reportées dans le *tableau n°1*.

La moyenne d'âge des SP analysés était de 34 ans, sachant que les chefs BAT sont en moyenne 6 ans plus âgés que les équipiers BAT.

La majorité était des hommes, une femme a été analysée.

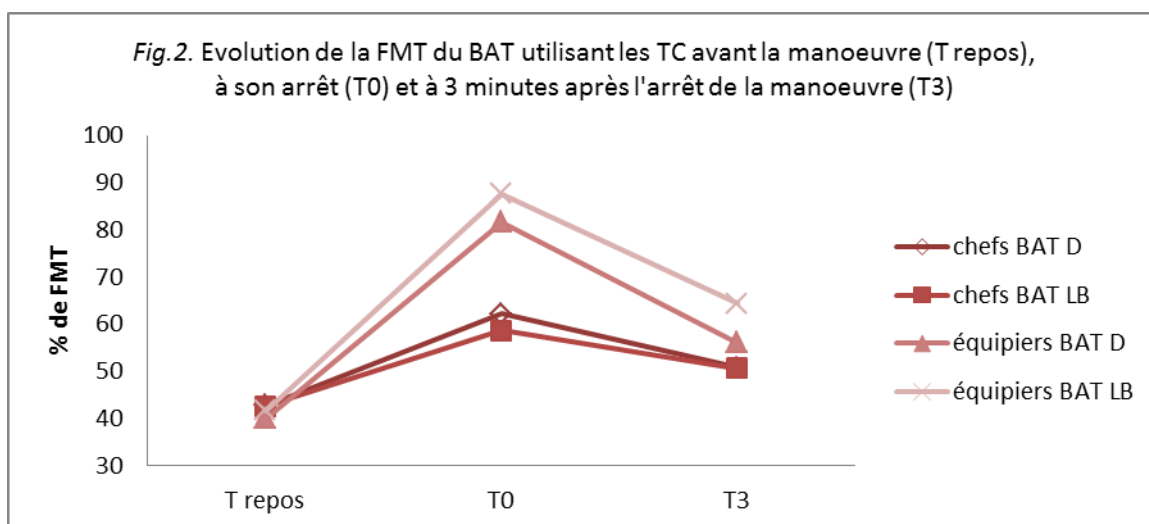
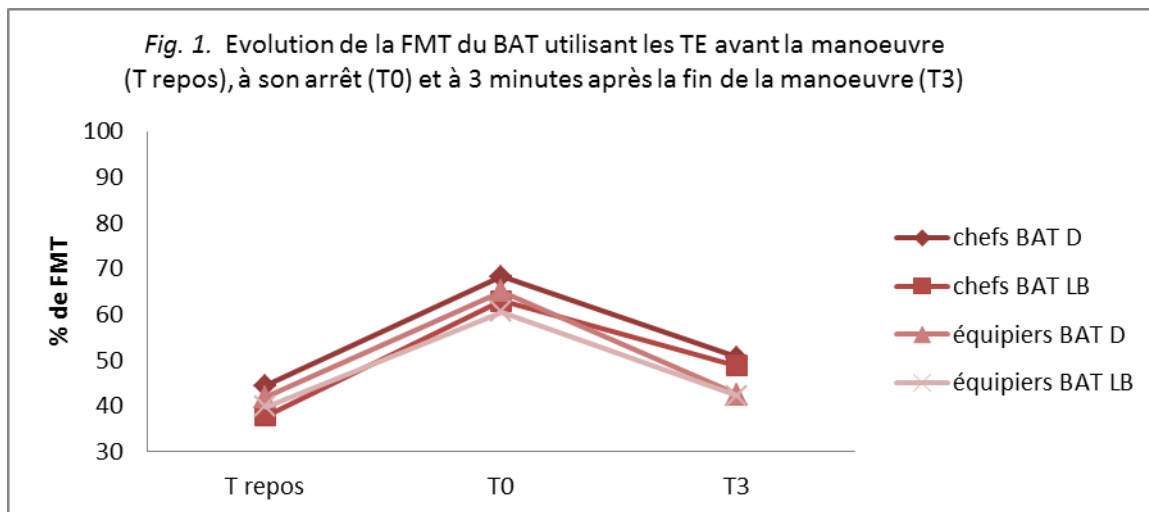
L'IMC moyen démontre un surpoids sachant que l'IMC ne prend pas en compte la proportion de masse musculaire ni de masse osseuse. Des sportifs se retrouvent alors très souvent en surpoids alors que leur forme physique est souvent meilleure que la moyenne des individus.

		Chefs BAT		Equipiers BAT	
		Douai-Waziers	Lille-Bouvines	Douai-Waziers	Lille-Bouvines
Ages (années)		37,7	36,9	32,8	29,3
		37,3		31,05	
		34,18			
Sexe	homme = ♂ femme = ♀	100% ♂		93% ♂ ; 6% ♀	100% ♂
				96,5% ♂ ; 3,5% ♀	
		98,3% ♂ ; 1,7% ♀			
IMC		26,05	26	24,8	24,5
		26		24,65	
		25,3			

Tableau n°1 caractéristiques anthropométrique des SP analysés dans l'étude

### 3.2. Effets des paramètres hémodynamiques

Les variations des paramètres de FMT sont représentées avec les tuyaux en écheveau sur la fig. 1. et avec les tuyaux en couronne fig. 2.



En comparant l'utilisation des TE versus TC, on note une augmentation significative de 21,8 % de la FMT chez les équipiers BAT, tandis que les chefs BAT nous pouvons noter une diminution de 6,7 % à T0 de la manœuvre. Et plus précisément pour les équipiers, les TC montraient une hausse de 43,8% de leur FMT à T0 par rapport à leur T repos et pour les TE la hausse n'était que de 22% seulement.

Les TE tendent vers une répartition plus uniforme de l'augmentation de la FMT entre les chefs BAT +24,5 % et les équipiers BAT de +22 %.

Nous pouvons aussi remarquer que le pourcentage de FMT chez les équipiers BAT de LB était plus augmenté qu'à D car ils avaient 1 étage des plus à monter dans leur manœuvre.

Pour ce qui est de la récupération évaluée à 3 minutes de l'arrêt de la manœuvre, lors de l'utilisation des TE l'ensemble des SP analysés avaient quasi retrouvé leurs paramètres hémodynamiques de repos, tandis que pour lors de l'utilisation des TC, les chefs BAT restaient à 8% de leurs paramètres de repos et les équipiers 19,3 % de leurs paramètres hémodynamiques de repos.

Il n'existait pas de différence significative entre l'utilisation de TE et TC pour ce qui est de l'analyse des PAS et PAD (fig.3.), SPO2 (fig.4.) et de la T° corporelle (fig.5.), à savoir que la température extérieure était en moyenne à 20°C les 3 jours de manœuvres.

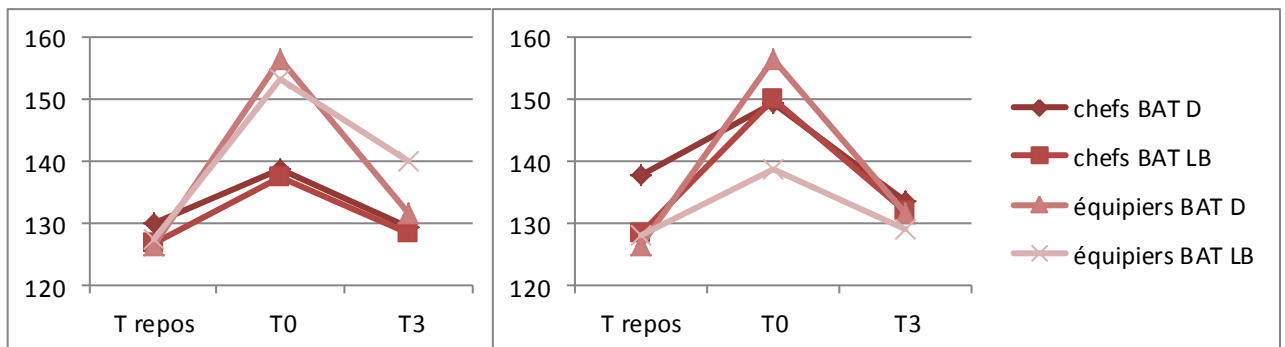


Fig. 3. Evolution de la pression artérielle systolique du BAT dans la manœuvre TE (à gauche) versus TC (à droite) avant la manœuvre (T repos), à l'arrêt de la manœuvre (T0) et à 3 minutes après l'arrêt de la manœuvre (T3)

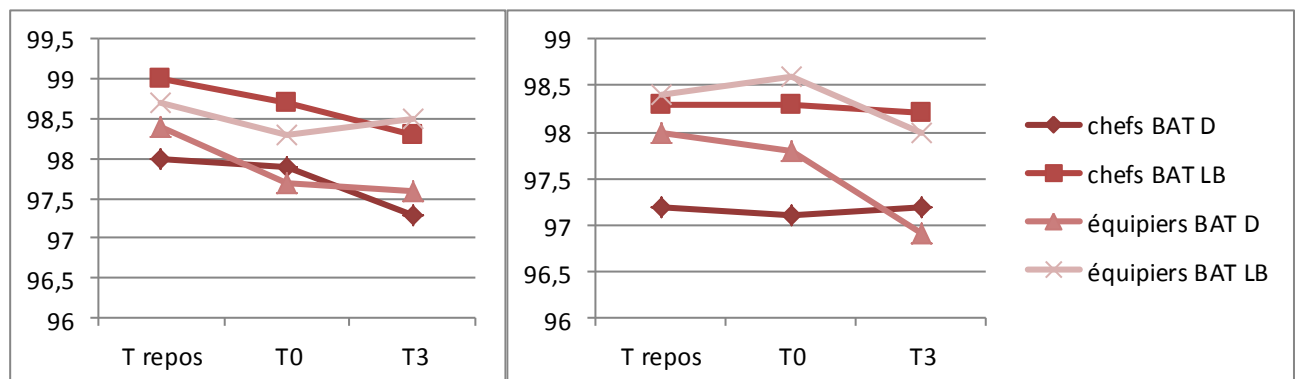


Fig. 4. Evolution de la SpO2 du BAT dans la manœuvre TE (à gauche) versus TC (à droite) avant la manœuvre (T repos), à l'arrêt de la manœuvre (T0) et à 3 minutes de l'arrêt de la manœuvre (T3).

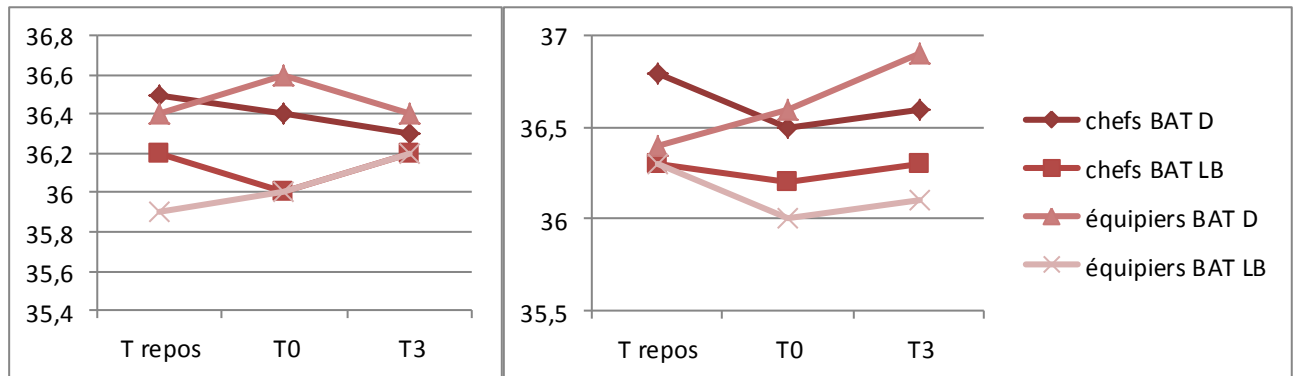


Fig. 5. Evolution de la température corporelle du BAT dans la manœuvre TE (à gauche) versus TC (à droite) avant la manœuvre (T repos), à l'arrêt de la manœuvre (T0) et à 3 minutes après l'arrêt de la manœuvre (T3)

La fréquence respiratoire a montré un net impact lors de l'utilisation des TC chez les équipiers BAT car à Douai (2 étages) elle était augmentée de 13,2 cycles/minute et de 20,3 cycles/minute à LB (3 étages) à l'arrêt de la manœuvre (T0).

Tandis que la FR reste identique entre les TE (à gauche) et les TC (à droite) des chefs BAT et identique aux résultats des équipiers BAT lorsqu'ils utilisent les TE (fig. 6)

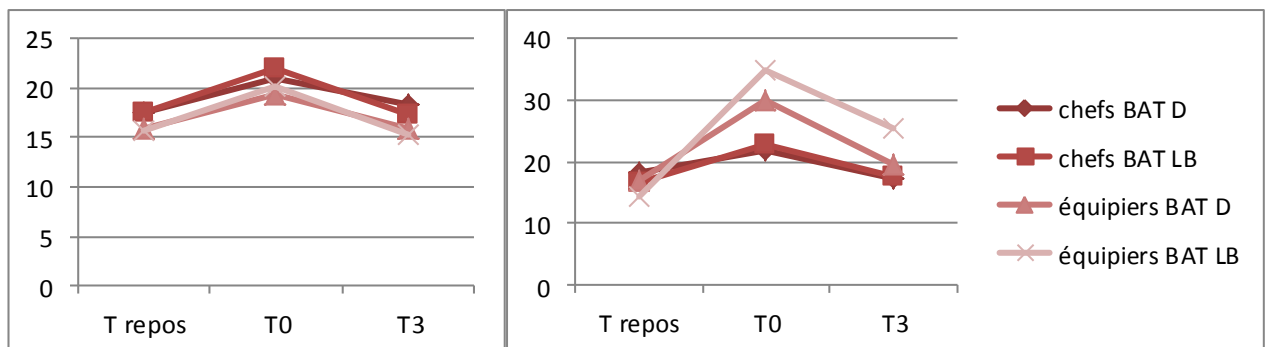


Fig. 6. Evolution de la fréquence respiratoire du BAT dans la manœuvre TE (à gauche) versus TC (à droite) avant la manœuvre (T repos), à l'arrêt de la manœuvre (T0) et à 3 minutes après l'arrêt de la manœuvre (T3)

### 3.3. Analyse des paramètres de temps

L'analyse des temps de manœuvres montraient que celle avec les TE avait duré en moyenne 14,5 secondes de moins que celle avec les TC sur 2 étages à D et 17,5 secondes de moins que celle avec les TC à LB sur 3 étages.

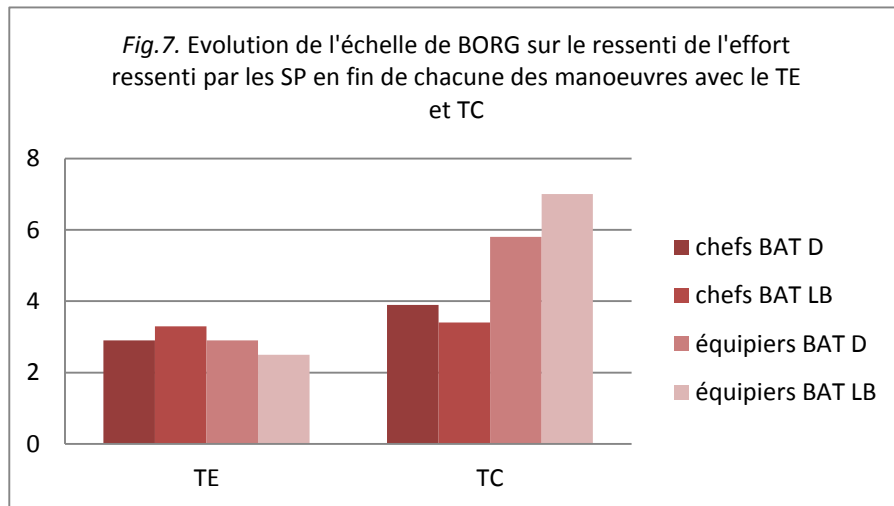
A noter que la manœuvre de TE s'effectuait à une allure soutenue, sans courir à l'inverse des TC qui faisait courir l'équipier BAT dans les escaliers car ce dernier effectuait deux fois le trajet du point d'attaque à la division au pied de l'immeuble.



### 3.4. Analyse de l'effort perçu

L'évaluation de l'effort perçu selon l'échelle de BORG est représentée sur la fig. 7.

L'analyse de ces valeurs montrent que l'effort perçu était quasi le même pour l'ensemble des SP analysés après la manœuvre utilisant les TE, comparativement à l'analyse faite après l'utilisation de TC où les équipiers doubleraient leurs valeurs sur Douai (2 étages) et tripleraient leurs valeurs sur Lille-Bouvines (3 étages).



### 3.5. Evaluation de la pénibilité ressentie

Les manœuvres utilisant les TE ont permis de décrire aucune pénibilité ressentie, que ce soit pour les chefs BAT ou les équipiers BAT.

Pour les manœuvres utilisant les TC, les chefs BAT décrivaient beaucoup moins de pénibilités ressenties que les équipiers BAT. Sur l'ensemble des chefs BAT, on totalisait une pénibilité « modérée » pour le dos, et les avant-bras, sinon une pénibilité « un peu dur » pour les jambes, les avant-bras et le dos.

Les équipiers décrivaient plus de pénibilités que les chefs BAT après leur passage à la manœuvre avec les TC, principalement au niveau des jambes avec 8 SP jugeant cet effort de « modéré » à « très dur » et au niveau des membres supérieurs 6 SP ont jugés un effort « modéré ».

### 3.6. Analyse des gestes et postures

Pour le pliage des tuyaux en écheveaux, le SP était seul, à genoux écartés ou pas selon sa taille, dos droit. Il plaçait le demi-raccord au niveau de sa cheville et glissait les tuyaux contre lui jusqu'à son autre cheville, en répétant ce geste jusqu'au pliage complet du tuyau. Puis, des bouts de rubalise permettaient de maintenir le pliage effectué (*Photos n°1*).



*Photos n°1. Conditionnement des tuyaux en écheveaux*

Le conditionnement des tuyaux en couronne s'effectuait avec 2 SP. L'un debout qui s'assure de l'alignement des tuyaux et l'évacuation de l'air du tuyau. Un autre SP accroupi, à genoux ou en trépied roulait le tuyau sur de petites longueurs. Le tout était fixé avec une sangle (*photos n°2*).

Si le dos restait en flexion, cela peut entraîner des pincements au niveau des disques intervertébraux et à la longue, entraîner des lombagos ou hernies discales avec des douleurs dues à l'écrasement d'une partie des disques intervertébraux et au déplacement du noyau gélatineux dans le disque fibreux<sup>5</sup>.



Photos n°2. Conditionnement des tuyaux en couronne

Un TE était déposé sur chacune des épaules de l'équipier BAT ce qui lui permettait une répartition uniforme de la charge imposée par les tuyaux. Le chef BAT avait 1 TE avec la LDV 45 pré-connectée posé sur une de ses épaules. Le BAT avait ses mains libres tout le long du transport des tuyaux (photos n°3). On observait que le raccordement des tuyaux se faisait à hauteur d'homme.



Photos n° 3. Manœuvre avec les tuyaux écheveaux

Dans la manœuvre des tuyaux en couronne, l'équipier BAT portait à bout de bras 2 tuyaux, tandis que le chef BAT portait 1 TC et la LDV 45 dans l'autre main. Les mains du BAT n'étaient pas libres et leurs muscles des avant-bras étaient déjà sollicités dès le début de la manœuvre. Dans les étages, l'équipier BAT devait à chaque fois se baisser pour raccorder les tuyaux déroulés sur le sol.



*Photos n°4. Manœuvre avec les tuyaux en couronne*

Pour les TE, on observait une répartition uniforme du matériel entre le chef BAT et son équipier tout en permettant d'améliorer l'ergonomie lors de leur utilisation en comparaison des TC.

### **3. Discussion**

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact physiologique chez un binôme d'attaque sapeur-pompier lors d'une manœuvre d'établissement de tuyaux en comparant la méthode utilisant les tuyaux en écheveaux et celle utilisant les tuyaux en couronne. Les principaux résultats de ce travail montrent que dans ce type de manœuvre, les TE permettent une répartition de la charge de travail en terme d'impact physiologique et de perception de l'effort. Et notamment par les valeurs recueillies sur la FMT, la FR, la perception de l'effort ressenti ainsi qu'au niveau de la pénibilité décrite par les 60 sapeurs-pompiers répartis en 30 binômes d'attaque évalués.

Des limites doivent être prises en considération par rapport au surpoids décrit dans l'analyse des IMC de notre population étudiée. En effet, l'IMC ne prenant pas en considération la masse musculaire et osseuse, il serait utile d'ajouter la mesure du périmètre abdominal en centimètres qui serait un indicateur réel de surpoids dans ce type de population à analyser. De plus, il n'existe pas de différence significative pour la PAS, PAD, SPO2 et T° sur la manœuvre mais il serait intéressant de confronter nos mesures sur un incendie avéré ajoutant ainsi un facteur stress et température.

Pour finir, de nombreuses études complètent l'analyse de l'effort physique par une mesure de la saturation veineuse en oxygène (SVO2). Dans notre étude, il aurait été intéressant de compléter notre analyse par un relevé de la consommation d'air utilisée durant la manœuvre en imposant aux sapeurs-pompiers le port du masque d'ARI, et ainsi chiffrer leur consommation d'air durant chacune des manœuvres. Mais au final, dans la réalité les SP ne capent pas l'ARI lors de l'établissement d'un dispositif hydraulique, du coup on peut se poser la question de la pertinence de cette mesure sur les paramètres physiologiques des binômes engagés.

#### 4. Conclusion

Les résultats obtenus décrivent une meilleure répartition de l'impact physiologique entre le chef et l'équipier du binôme d'attaque lors de l'utilisation des TE. Ainsi, ils pourront tous deux commencer l'attaque d'un feu dans de meilleures conditions physiologiques.

Les résultats de cette étude devront être confrontés avec d'autres techniques comme les tuyaux en O ou préconnectés, sac d'attaque ou d'autres configurations (établissement en sous-sol, établissement au moyen d'échelles à coulisse, établissement de section de tuyaux différentes) afin de poursuivre l'amélioration des pratiques professionnelles des Sapeurs-Pompiers et ainsi améliorer leur impact physiologique lors de l'engagement sur un feu.

#### **Conflit d'intérêt**

Les auteurs ne déclarent pas de conflit d'intérêt avec le sujet de l'étude

#### **Références**

1. L'importance de la quantification de la charge d'entraînement : exemple d'un modèle A.SEDEAUD, JM SENE, N KRANTZ, G SAULIERE, I MOUSSA, JF TOUSSAINT – 27/02/2018 – <https://hal-insep.archives-ouvertes.fr/hal-017180076>
2. Bouger... mais sachez doser – Institut de recherches cliniques de Montréal (IRCM) – rédaction C. L'ABBE, E. DUMAIS-ROY
3. Evaluation subjective de la charge de travail, Utilisation des échelles de BORG – septembre 2014 – Référence en santé au travail – pages 105 à 122 – auteur : JP MEYER, département Homme au travail, INRS
4. Troubles musculo-squeletiques – Guide à l'usage des Services d'Incendie et de Secours – livret 1 et 2 – Fédération Nationale et Mutuelle Nationale des Sapeurs-Pompiers de France – édition 2014
5. Etablir / rouler un tuyau Ø 45 mm – méthode proposée - [http://sdis69.fr/gestesetpostures/inc\\_09.html](http://sdis69.fr/gestesetpostures/inc_09.html)
6. Intégration de la prévention des risques posturaux en contexte de recherche d'optimisation des pratiques : Comparaison des techniques d'établissement des tuyaux d'incendie – Ergonome IPRP –psychologue du travail, SDIS 95 Capitaine Mickaël MAZOUÉ Chef de la mission études générales, SDIS 95 – pages 89 à 94 – perspective n°4 – les cahiers de l'ENSOPS – juillet 2011
7. Etude comparative prospective des variations des paramètres physiologiques chez les sapeurs-pompiers lors de l'établissement des tuyaux « roulés » versus « en écheveaux » - Médecin de 2ème classe Christian JAKUBOWSKI - Service de Santé et de Secours Médical du Pas de Calais - Mars 2007
8. Guide de référence expérimental des tuyaux en écheveau pré connectés et épaulés – Groupement Formation Sport – SDIS 62 – école départementale d'incendie et de secours – Colonel Jean-Luc SAVARY – année 2008
9. Guide départemental de référence – Document expérimental – établissement des tuyaux en écheveau – SDIS de la Somme – Colonel Marc DEHEDIN - année 2014 – version 2