



HAL
open science

Approche psycho-physiologique de la blessure chez les sapeurs-pompiers

Jérôme Vaulerin

► **To cite this version:**

Jérôme Vaulerin. Approche psycho-physiologique de la blessure chez les sapeurs-pompiers. Education. COMUE Université Côte d'Azur (2015 - 2019), 2016. Français. NNT : 2016AZUR4132 . tel-01489253

HAL Id: tel-01489253

<https://theses.hal.science/tel-01489253>

Submitted on 14 Mar 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE COTE D'AZUR
FACULTE DES SCIENCES DU SPORT

LABORATOIRE MOTRICITE HUMAINE EDUCATION SPORT SANTE
EA-6312

ECOLE DOCTORALE 463 SCIENCES DU MOUVEMENT HUMAIN

**APPROCHE PSYCHO-PHYSIOLOGIQUE DE LA BLESSURE CHEZ
LES SAPEURS-POMPIERS**

THESE

En vue de l'obtention du grade de
Docteur de l'Université de Nice Sophia Antipolis

Présentée et soutenue publiquement par

Jérôme Vaulerin

Le 8 Décembre 2016 à Nice

Devant le Jury composé de

CHALABAEV Aïna	MCU-HDR Université Grenoble Alpes	Rapporteur
COLSON Serge	Pr., Université Côte d'Azur	Directeur
d'ARRIPE-LONGUEVILLE Fabienne	Pr., Université Côte d'Azur	Co-Directrice
EDOUARD Pascal	MCU-PH-HDR CHU Saint-Etienne	Examineur
FORESTIER Nicolas	MCU-HDR Université Savoie Mont Blanc, Chambéry	Rapporteur
RIQUIER Olivier	Colonel des Sapeurs-Pompiers	Invité
STEVE Jean-Marie	Médecin Sapeurs-Pompiers SDIS 06	Invité
VUILLEMIN Anne	Pr., Université Côte d'Azur	Examineur

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le Président, Monsieur **Eric Ciotti**, le Directeur Départemental, le Colonel **Alain Jardin**, le chef de groupement territorial SUD, le Lieutenant-Colonel **Olivier Riquier**, le Médecin Colonel **Jacques Barberis** et les autres cadres du Service Départemental d'Incendie et de Secours des Alpes Maritimes (SDIS 06) qui ont grandement contribué à la réussite de ce travail, et m'ont pleinement soutenu. Plus particulièrement, j'aimerais remercier le Médecin Lieutenant-Colonel **Jean-Marie Steve** qui m'a encadré depuis le départ de ma thèse et m'a guidé dans les démarches et procédures administratives afin de pouvoir adopter une stratégie préventive dans un cadre professionnel.

Cette thèse est l'aboutissement d'un travail personnel en parallèle au sein de deux entités, l'UFR STAPS de Nice et le SDIS 06 depuis plus de 10 ans. Elle n'aurait pu aboutir sans la passion, l'aide et le soutien d'un grand nombre de personnes dont la rigueur, le savoir et l'intérêt portés à l'égard de mes recherches m'ont permis de progresser et de finaliser cette thèse.

Mes premiers remerciements vont à mon directeur de thèse, le **Professeur Serge Colson** et le **Professeur Fabienne d'Arripe-Longueville** qui a co-encadré ce travail. Ils m'ont permis d'entreprendre ce projet, et ont su m'accompagner tout au long de celui-ci. Je les remercie sincèrement pour la confiance qu'ils m'ont accordée en acceptant d'encadrer ce travail doctoral. Leur savoir-faire et leur savoir être m'ont permis de découvrir que le monde de la recherche pouvait être à la fois passionnant et difficile.

Je tenais également à remercier **Aïna Chalabaev** et **Nicolas Forestier** qui m'ont fait l'honneur d'être les rapporteurs de cette thèse. Merci au **Professeur Anne Vuillemin** et au **Docteur Pascal Edouard** de m'apporter leur expertise en évaluant mon travail, et d'avoir accepté d'être les membres de mon jury.

Je remercie le SDIS 06 sur lequel se sont appuyées toutes les études de ma thèse. Ce projet a été le résultat d'un travail pluridisciplinaire impliquant différents domaines du SDIS 06. Le Service de Santé et de Secours Médical à travers le Médecin Colonel **Jean-Marie**

Steve qui fut mon référant chez les sapeurs-pompiers, et m'a dirigé sur la bonne direction afin de continuer à approfondir mes connaissances sur la santé et l'activité physique des sapeurs-pompiers. Notamment, je remercie le Directeur de l'Ecole Nationale des Officiers de Sapeurs-Pompiers, le colonel **Hervé Enard**, le Commandant **Sylvain Rogissart** et le Lieutenant **Jean-François Sanci** pour m'avoir accueilli en tant qu'expert au sein de cette prestigieuse école.

Un immense merci à mes amis, mes collègues sapeurs-pompiers qui ont accepté de participer aux études de ce travail doctoral. Même si le travail a été compliqué à mettre en place, j'ai beaucoup apprécié travailler avec eux. J'ai tant de personnes à remercier dans ce milieu professionnel que je ne sais par où commencer. En effet, les sapeurs-pompiers de Nice et ma caserne de cœur le CIS Hancy sont marqués en moi à jamais et sont les plus belles écoles pour apprendre à devenir un sapeur-pompier. J'ai vécu des moments inoubliables dans cette caserne. Je remercie mes deux anciens chefs de gardes qui sont les Adjudants Chefs **Christophe Ottonello** et **Christophe Perona** qui m'ont permis, à la fois de continuer mon apprentissage professionnel, et m'ont laissé du temps pour entreprendre mes études. Je remercie également ma section 3 et plus particulièrement mes amis les Caporaux **Nicolas Lo Piccolo**, **Julien Antoine**, **Benoit Raybaud**, **Damien Birgy**, les Sergents Chefs **Ludovic Mariotti**, **Laurent Agostini**, **Guillaume Petit**, **Joan Piccinelli**, l'Adjudant **Nicolas Mey**, et les Adjudants Chefs **Denis Sberna** et **Fabrice Nedel**. Nous avons tant partagé dans ces interventions difficiles, lors des matchs de football de la coupe du monde, et dans les séances de musculation. Le dépassement de soi à tout instant reste toujours notre mot d'ordre avec sécurité, réflexion et sérénité même dans des situations dangereuses et périlleuses.

J'adresse un grand merci également aux membres du *Laboratoire Motricité Humaine Education, Sport, Santé (LAMHESS, EA 6312)* pour leur soutien, leurs encouragements tout au long de ma formation « d'apprenti-chercheur ». Merci également aux enseignants-chercheurs du LAMHESS, **Raphaël Zory**, **Jean Benoît Morin**, **Pauline Gêrus**, **Grégory Blain**, **Stéphanie Scoffier**, **Corentin Clément-Guillotin**, et **Karine Corrion**.

Bien évidemment je tenais à remercier **ma grand-mère, mon grand-père, et le reste de ma famille** pour leur perpétuel soutien et leur recadrage dans les moments de doute. Merci à mes amis de longue date sur qui je peux toujours compter **Romain Servella**, **Rémi Barra**, **Fred Picard** et **Pascal Carro**. Merci à mes amis du Boxing Squad **Miguel Haro**, **Saief Toumy** et **Aldric Cassata** qui ont subi mes changements d'humeur, ma retraite sportive et

qui malgré le peu de temps que je leur accordais, ont toujours été présents dans les bons et les mauvais moments.

Enfin, un remerciement n'est pas assez fort pour ma femme **Mélanie** qui partage ma vie depuis plus de 13 ans. Ton appui quotidien, tes encouragements, ta présence et surtout la confiance que tu as en moi, m'ont permis d'en arriver là aujourd'hui. Tu es toujours derrière moi dans mes projets professionnels, sportifs, et personnels. Dans les moments difficiles tu m'as toujours soutenu. J'en profite également pour te remercier d'avoir mis au monde notre petit ange Margot que nous aimons plus que tout.

Je suis très fier de ce que je suis, d'appartenir aux sapeurs-pompiers de Nice, d'avoir continué mon parcours universitaire, d'avoir une femme exceptionnelle qui m'a donné un trésor formidable.

Je pense que les personnes parties trop tôt me regardent et sont fières de moi.

Sommaire

Introduction	1
1^{ère} Partie : CADRE THEORIQUE.....	10
CHAPITRE 1 - Les paramètres de la santé chez les sapeurs-pompiers	11
1.1. La santé professionnelle chez les SP Français	12
1.1.1. Définition et aptitude médicale	12
1.1.2. Condition physique.....	14
1.2. Sollicitations physiques liées au métier de SP.....	14
1.2.1. Demandes métaboliques	15
1.2.2. Demandes musculaires	16
1.2.3. Equilibre	18
1.2.4. Souplesse	19
1.2.5 Influence des équipements de protection individuels.....	19
1.2.6. Influence de la composition corporelle sur la santé des SP.....	21
1.3 Sollicitations psychologiques du métier de SP.....	22
1.3.1 Conséquences psychologiques de la confrontation à des situations traumatisantes	22
1.3.2 Modèles théoriques des troubles psychologiques chez les SP	24
1.3.3. Influence des facteurs organisationnels et environnementaux	25
CHAPITRE 2 - Epidémiologie de la blessure chez les sapeurs-pompiers	27
2.1. Définition des blessures.....	28
2.2. Occurrence des blessures.....	28
2.3. Paradoxe de la pratique de l'activité physique	32

CHAPITRE 3 - Déterminants psychologiques de la blessure	34
3.1. Le <i>Stress Injury Model</i>	35
3.2. Le Burnout en contexte sportif ou professionnel.....	37
3.2.1. Outils de mesure du burnout.....	39
3.2.2. Manifestions du Burnout	42
3.3 Les traits de personnalité	43
3.3.1 Définition et outils de mesure.....	43
3.3.2. Traits de personnalité et facteurs sociaux et environnementaux	45
3.3.3. Traits de personnalité et facteurs de santé.....	45
3.3.4. Traits de personnalité et blessure.....	48
3.4 Les stratégies de coping	49
3.4.1. Coping et indicateurs de santé des SP	50
3.5. Les buts d'accomplissement.....	51
3.5.1. Buts d'accomplissement et indicateurs de santé.....	53
3.5.2. Buts d'accomplissement et burnout.....	54
CHAPITRE 4 - Prédicteurs de l'entorse de la cheville.....	56
4.1. L'entorse de la cheville	57
4.2. Les antécédents de l'entorse de la cheville : l'historique des blessures	58
4.3. Les caractéristiques physiques	59
4.4. L'équilibre, le contrôle postural et la proprioception	60
4.5. L'amplitude articulaire	62
4.6. La force musculaire	63
4.7. L'instabilité chronique de la cheville	65
Problématique générale	67

Méthodologie générale	71
1. Participants	71
2. Outils de mesure	72
2.1 <i>Star Excursion Balance Test (SEBT)</i>	72
2.2 <i>Weight Bearing Lunge Test (WBLT)</i>	74
2.3 <i>Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)</i>	75
2.4 Stabilométrie	76
2^{ème} Partie : ETUDES EMPIRIQUES	77
ETUDE 1-Epidemiology of French Firefighter’s Injuries: a 5-Year Retrospective Study	78
Introduction	80
Methods	81
Results	83
Discussion	87
Synthèse de l’étude 1	95
ETUDE 2- Risk factors associated with ankle sprains in a sample of French firefighters: A prospective study	97
Introduction	99
Method	101
Results	106
Discussion	109
Synthèse de l’étude 2	118
ETUDE 3- Physical Exercise and Burnout Facets Predict Injuries in a Population based Sample of French Career Firefighters	120
Introduction	121
Method	122

Results	123
Discussion	123
Synthèse de l'étude 3.....	126
ETUDE 4 - The Big Five Personality Traits and French Firefighter's Burnout: The Mediating Role of Achievement Goals	128
Introduction	129
Method	130
Results	130
Discussion	131
Synthèse de l'étude 4.....	134
Discussion générale	135
Conclusion générale	150
Bibliographie.....	153
Annexe 1 - Big Five Inventory - (BFI ; FR).....	198
Annexe 2 - Shirom Melamed Burnout Measure (SMBM).....	200
Annexe 3 - Ways of Coping Checklist (WCC).....	201
Annexe 4 - French Achievement Goals Questionnaire for Sports and Exercise (FAGQSE)	202
Annexe 5 - Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)	203
Annexe 6 - Copenhagen Psychological Questionnaire (COPSOQ).....	205

Introduction

« Notre imaginaire collectif, à l'évocation du métier de sapeur-pompier, nous amène spontanément à la représentation d'un soldat du feu. Or, le sapeur-pompier contemporain, happé dans l'intimité la plus profonde de notre société actuelle, doit faire face à des problématiques nouvelles et déployer des compétences adaptées » (Mauro, 2009).

Au vu de la définition du métier de sapeur-pompier proposée par cet auteur, il semble bien évident que les missions des sapeurs-pompiers (SP) sont nombreuses, dangereuses et variées. De fait, ce métier est très exigeant tant sur le plan de l'engagement physique que sur les demandes psychosociologiques (Gledhill & Jamnik, 1992 ; Orris, Melius, & Duffy, 1995 ; Reichelt & Conrad, 1994 ; Bos, Mol, Visser, & Frings-Dresen, 2004 ; Perroni, Cignitti, Cortis, & Capranica, 2014). Selon un rapport de la Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion des Crises (DGSCGC) française de 2014, le nombre d'interventions annuel est de 4 294 400, soit une intervention toutes les 7,3 secondes. En plus de ces interventions qui sont propres au métier telles que les incendies et les accidents de la route, le SP français effectue des missions de secours à personnes représentant 72 % des opérations totales. Cet attribut leur confère une particularité par rapport à leurs homologues étrangers.

Pour accomplir leur devoir, les SP ont besoin d'une bonne santé physique qui est régie par l'arrêté du 6 mai 2000 fixant les conditions d'aptitude médicale des SP professionnels et

volontaires (modifié les 20 décembre 2005 et 17 janvier 2013). De plus, l'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs (Article L4121-1 du code du travail). Ainsi, dans le cadre de leurs fonctions, les SP pratiquent une ou plusieurs activités physiques (AP) pour se préparer à leurs missions (Lindberg, Oksa, Gavhed, & Malm, 2013). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'AP correspond à *tout mouvement corporel produit par des muscles du squelette qui exige une dépense d'énergie*, et englobe notamment les activités de loisir, les tâches ménagères, les déplacements, les activités professionnelles, les activités ludiques, les sports ou l'exercice planifié, dans le contexte quotidien, familial ou communautaire. Pour la population spécifique des SP, l'AP doit comporter une approche globale de l'entraînement tout en prenant en compte les tâches multiples effectuées. Par exemple, pendant leurs missions, les SP portent des équipements de protection obligatoire, qui induisent une altération de la force musculaire, des capacités anaérobies, de la puissance maximale aérobie (VO_{2max} : $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$), de la vitesse de marche, de la thermorégulation (Perroni et al., 2014), et de l'équilibre postural (Punakallio, Hirvonen, & Grönqvist, 2005). De plus, la lutte contre les incendies exige une bonne capacité aérobie et anaérobie, une force et une endurance musculaire élevées (Smith, 2011 ; Lindberg, et al., 2013). De nombreuses études chez les SP montrent que la pratique régulière de l'AP permet de diminuer ou limiter les maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires (Durand, Tsismenakis, Jahnke, Baur, Christophi, & Kales, 2011) et d'améliorer les capacités cardio-respiratoires (Poplin, Roe, Peate, Harris, & Burgess, 2014). Les demandes physiques liées au métier étant nombreuses, l'AP doit être en adéquation avec ces caractéristiques. Plus précisément, Mayer et Nuzzo (2015) démontrent qu'une AP encadrée sur 24 semaines ciblant l'endurance de force des muscles du dos et des stabilisateurs du bassin pourrait protéger des lombalgies. Une autre étude révèle qu'un entraînement avec du matériel spécifique au métier des SP permettrait

également d'optimiser les mesures anthropométriques (e.g., composition corporelle), et les performances spécifiques liées au métier (Pawlak, Clasey, Palmer, Symons, & Abel, 2015). Abel, Mortara et Pettitt (2011) préconisent d'effectuer des « *circuit training* » à haute intensité pour reproduire de façon similaire les contraintes des missions et solliciter le travail anaérobie. Dès lors, un faible niveau de condition physique peut majorer les risques liés à la sécurité personnelle, à celle des coéquipiers et à celle des victimes.

De par les aspects multidimensionnels de ce métier (e.g., physiques, psychologiques, et entraînement quotidien), les SP sont souvent comparés à des « athlètes professionnels » (Gnacinski, 2013). Scofield et Kardouni (2015) définissent les SP (i.e., « *Tactical athlete* ») comme étant des professionnels de la lutte contre les incendies et les missions d'urgences nécessitant une expertise spécifique, avec une bonne condition physique générale. Comparativement à un sportif, les SP doivent maintenir leurs qualités physiques et acquérir des nouvelles techniques opérationnelles. Paradoxalement, bien que la littérature scientifique indique de façon consistante que la pratique de l'AP engendre des effets bénéfiques sur la santé, tant sur le plan physique que psychologique (Poplin et al., 2014 ; Pawlak et al., 2015), elle reste chez les SP la plus importante cause d'accident de travail (Jahnke, Poston, Haddock, & Jitnarin, 2013 ; Poplin, Harris, Pollack, Peate, & Burgess, 2011). Par exemple, Polpin et al. (2014) démontrent qu'une augmentation de la capacité aérobie de 3,5 ml/min/kg (e.g., un « *metabolic equivalent task* ») réduit le risque de blessures de 14%. De plus, Poplin et al. (2015) ont établi un score de condition physique sur trois niveaux (i.e., VO₂max (ml/min/kg) : (a) catégorie I > 48 ; (b) catégorie II 48 < > 43 ; et (c) catégorie III < 43). Cette étude révèle que les SP de catégories III ont 1,82 fois plus de chance de se blesser que ceux appartenant à la catégorie I. Ce score est majoré à 2,90 fois quand les blessures sont restreintes au groupe des entorses. Selon la Banque Nationales des données (BND) des SP Français (Caisse Nationale de Retraite des Agents des Collectivités Locales ; CNRACL, 2013), l'AP représente 64,2 %

des accidents de service en caserne et occasionne 30,1 % de jours d'arrêt de travail. L'activité en caserne présente moins de risques et pourtant son accidentologie est dominante chez les SP professionnels. La majorité des accidents est en relation avec la pratique d'AP et sportive (Rapport Pourny, 2003 ; Rapport de la BND, 2013). Cette problématique de l'accidentologie liée à la pratique de l'AP est un enjeu majeur des Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS) en termes de prévention.

De nombreuses études ont analysé le taux d'incidence et la cause de blessures chez les SP américains et australiens (Jahnke et al., 2013a ; Poplin et al., 2011 ; Taylor et al., 2015). Toutefois, peu d'informations scientifiques sont disponibles sur l'occurrence des blessures chez les SP français (Rapport BND, 2013 ; Rapport Pourny, 2003). Au niveau national, des mesures de prévention ont tout de même été mises en place après l'expérimentation de six recommandations dans huit SDIS (e.g., encadrer la séance par des personnes formées, limiter le temps des séances). Selon ce guide national de prévention des AP et sportives chez les SP (Rapport BND, 2013), une réduction de 35% de l'accidentologie liée à l'AP a été mise en évidence depuis 2004. En ce qui concerne les traumatismes, la majorité des blessures se localisent sur le membre inférieur touchant les principalement les articulations du genou et de la cheville (Rapport Pourny, 2003). Il a également été montré que la nature principale des blessures concerne d'abord l'entorse de la cheville suivie par celle du genou (Jahnke et al., 2013). Même si des mesures de prévention ont été engagées, l'accidentologie représente toujours un coût humain et économique important. En effet, ces différents traumatismes peuvent causer à la fois des séquelles physiques et des risques de récurrence influençant la santé à long terme des SP. Etant donné la longévité d'une carrière professionnelle, diminuer le risque de blessures reste une préoccupation majeure dans la préservation du capital santé des SP pour les SDIS.

Par conséquent, la méthodologie de recherche scientifique suivie pour ce travail doctoral s'appuie sur la séquence de prévention établie par van Mechelen, Hlobil et Kemper (1992) et appliqué au domaine de l'athlétisme par Edouard et al. (2016). Ce cadre conceptuel se divise en quatre étapes : (a) établir l'étendue du problème de la blessure en déterminant l'incidence et la sévérité ; (b) examiner les étiologies et les mécanismes de la blessure ; (c) mettre en place des mesures préventives permettant de diminuer l'occurrence des blessures ; (d) mesurer l'efficacité de ces mesures en répétant la première étape. Nous nous sommes donc appuyés sur ce modèle pour analyser la blessure des SP (Figure1).

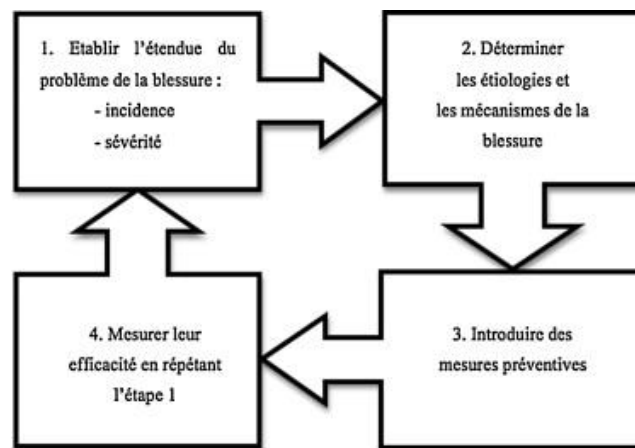


Figure. 1. La séquence de prévention des blessures (d'après van Mechelen et al., 1992)

Au vu de la littérature, il semblerait que les prédictors de l'entorse de la cheville incluent différents facteurs tels que l'historique des précédentes entorses, le sexe, l'âge, le poids, la taille, la santé physique, le contrôle postural ou encore l'amplitude articulaire de l'articulation de la cheville (Pourkazemi, Hiller, Raymond, Nightingale, & Refshauge, 2014). Même si ces prédictors de l'entorse de la cheville ont été examinés dans le milieu sportif,

aucune étude à ce jour n'a porté sur les facteurs de risques chez les SP. Compte tenu des caractéristiques du métier des SP, identifier les facteurs de risques physiologiques de la blessure pour cette population reste un élément essentiel afin de pouvoir proposer des mesures préventives optimales. Bien que les contraintes physiques de ce métier ont été de nombreuses fois étudié par la communauté scientifique (Perroni et al., 2014), il serait intéressant de prendre en compte des contraintes psychologiques. En effet, les SP affrontent des interventions à caractère social, d'aide et d'urgence pouvant conduire, dans certains cas, à un « mal-être professionnel » (Kanzari, 2008).

Certaines interventions sont marquantes dans la vie des SP entraînant de graves conséquences pathologiques, telles que la survenue d'états de stress post-traumatique (ESPT) (Corneil, Beaton, Murphy, Johnson, & Pike, 1999 ; Del Ben, Scotti, Chen, & Fortson, 2006). Selon *l'American Psychiatric Association* (2003), l'ESPT survient lorsqu'un individu est confronté à une menace d'intégrité physique et/ou psychique, ce qui induit des sentiments d'horreur et d'impuissance. Ainsi, l'expression symptomatologique de l'ESPT se définit par des symptômes d'intrusion, d'évitement et d'activation neurovégétative. De plus, de par sa chronicité, le stress professionnel peut engendrer un processus de « burnout » (Grundy, 2000 ; Lourel, Abdellaoui, Chevaleyre, Paltrier, & Gana, 2008 ; Mitani, Fujita, Nakata, & Shirakawa, 2006). Celui-ci est défini comme *la somme d'une quantité de stress sur la durée et non la conséquence d'un phénomène aigu* (Leiter & Schaufeli, 1996). Ce concept a été introduit dans le milieu professionnel (Freudenberger, 1974) s'inscrivant progressivement dans le temps. Le burnout est présent dans tous les emplois où les individus sont engagés psychologiquement. Leiter et Schaufeli (1996) définissent ce concept comme un *épuiement des ressources cognitives, émotionnelles et physiques de l'individu au travail*. Une étude chez les SP français montre que le déséquilibre entre les ressources intrinsèques de l'individu et les exigences de son travail est un prédicteur de l'épuisement émotionnel et de la

dépersonnalisation (Lourel et al., 2008). Même si ces recherches ont mis en évidence l'importance des mécanismes du burnout chez les SP, aucune étude à notre connaissance n'a examiné la relation entre le burnout et la survenue des blessures.

Bien que de nombreux travaux étudient l'impact des contraintes psychologiques sur l'épuisement professionnel (Lourel et al., 2008 ; Mitani et al., 2006), l'influence des antécédents individuels a été peu investiguée. En effet, les caractéristiques dispositionnelles (i.e., les traits de personnalité, les buts motivationnels) influencent le comportement des individus. Parmi les antécédents personnels, les traits de personnalité s'avèrent jouer un rôle essentiel sur le burnout (You, Huang, Wang, & Bao, 2015). Les traits de personnalités sont *des construits latents qui constituent l'expression phénotypique du bagage génotypique* (Morizot & Miranda, 2007). Même si de nombreuses relations entre les traits de personnalité et le burnout ont été étudiées dans différents contextes professionnels (Alarcon, Eschleman, & Bowling, 2009 ; Swider & Zimmerman, 2010 ; You et al., 2015), il existe peu d'études spécifiques au métier de SP (Grundy, 2000).

Un autre antécédent psychosocial important du burnout et qui a été communément étudié dans la littérature scientifique, concerne les buts d'accomplissement (Isoard-Gauthier, Guillet-Descas, & Duda, 2013 ; Naidoo, DeCriscio, Bily, Manipella, Ryan, & Youdim, 2012). Selon Cury, Elliot, Da Fonseca et Moller (2006), *la théorie des buts d'accomplissement se donne pour principal objet d'analyser les conduites humaines tournées vers la démonstration de la compétence*. Ces buts sont séparés en deux catégories à travers les buts de performance et les buts de maîtrise qui sont deux constructions cognitives impliquant des tendances d'approche et d'évitement (Elliot, 1999). Ces implications sont de pures réflexions des individus sur les propriétés d'une situation à un moment donné (Nicholls, 1989). Même si plusieurs études ont identifié un lien entre les implications d'évitements, d'approches et le burnout, peu d'études se sont intéressées au contexte socioprofessionnel des SP.

Cette thèse s'articule autour de deux grandes parties. La première partie est consacrée à l'exposé du cadre théorique général. Le premier chapitre a pour objectif de définir la santé chez les SP notamment par les contraintes professionnelles liées aux exigences du métier tant sur les paramètres physiologiques que psychologiques. Par la suite, le cadre juridique de l'AP est traité en développant l'obligation de maintenir une condition physique optimale tout au long de la carrière de SP. Pour terminer ce premier chapitre, le rôle de la pratique de l'AP est exposé en montrant l'analogie qui peut être faite entre les sportifs et les SP. Le deuxième chapitre s'intéressera à l'épidémiologie de la blessure chez les SP et développe le rôle paradoxal de la pratique d'AP sur le risque de blessures. Enfin, l'objectif du troisième chapitre sera d'examiner les déterminants psychologiques de la blessure et les antécédents du burnout et leur relation avec la santé des SP. En effet, même si cette problématique a été étudiée de nombreuses fois dans le domaine sportif, éducatif et professionnel, aucune étude ne porte sur les paramètres qui influenceraient la blessure traumatique et le burnout chez les SP.

La deuxième partie de ce travail doctoral présente la méthodologie générale employée, seul le matériel utilisé sera décrit ainsi que les informations relatives à la caractérisation des SP étudiés.

Enfin, la troisième partie concerne le programme de recherche qui est constitué de quatre études s'appuyant sur la séquence de prévention de van Mechelen et al. (1992). La première étude épidémiologique permet de mesurer et caractériser les blessures chez les SP Français. La deuxième étude adopte un devis prospectif (8 mois) afin d'examiner certains prédicteurs intrinsèques de l'entorse de la cheville et d'analyser l'influence de facteurs extrinsèques tels que les risques psychosociaux dans l'occurrence des futures entorses de la cheville. La troisième étude examine la contribution de l'AP, du burnout, et des stratégies de coping dans la survenue des blessures chez les SP professionnels (SPP). Enfin, le double

objectif de la quatrième étude est d'identifier la relation entre les traits de personnalité et le burnout ; et d'analyser le rôle médiateur des buts d'accomplissement dans cette relation.

1^{ère} Partie : CADRE THEORIQUE

CHAPITRE 1

Les paramètres de la santé chez les sapeurs-pompiers

L'un des objectifs de ce chapitre est de faire un état de la littérature sur les déterminants de la santé des SP. Dans la première partie de ce chapitre, la santé professionnelle sera définie à travers l'aptitude médicale et le suivi de la condition physique. Ensuite, nous présenterons les contraintes physiques liées au métier de SP. Nous analyserons successivement les métabolismes énergétiques sollicités, les contraintes musculaires (i.e., force), l'équilibre postural, la mobilité articulaire (i.e., souplesse), et l'influence du port des équipements de protection individuels. Nous aborderons alors, le rôle de la composition corporelle sur la santé des SP. Pour terminer, nous développerons l'influence du travail de SP sur la santé mentale.

1.1. La santé professionnelle chez les SP Français

1.1.1. Définition et aptitude médicale

Définies par les textes règlementaires, les missions des SP concernent la protection des personnes, des biens et de l'environnement (Article 2 du 3 mai 1996). En dehors des interventions, le temps de travail effectif des SP professionnels (SPP) doit comporter de l'entraînement physique (Article 1er du décret du 25 août 2000). De plus, l'arrêté du 6 mai 2000 indique que « *Les SP doivent remplir les conditions d'aptitude médicale définies dans le présent arrêté pour participer aux missions et accomplir les fonctions qui leur sont dévolues. Le contrôle de l'aptitude médicale du sapeur-pompier, tout au long de la carrière, constitue également une première démarche de médecine de prévention permettant de s'assurer de ses capacités à assumer les fatigues et les risques ou à prévenir une éventuelle aggravation d'une affection préexistante liée à l'accomplissement des fonctions ou des missions qui lui sont confiées* ».

Par conséquent, l'aptitude médicale permet de déterminer un profil individuel à l'aide de la cotation des sigles SIGYCOP (i.e., S : membres supérieurs ; I : membres inférieurs ; G : état général ; Y : vision ; C : sens chromatique ; O : audition ; P : psychisme) et aboutit à une aptitude opérationnelle (Bulletin Officiel des Armées, 2003). La périodicité des visites d'aptitude est annuelle (Article 6, Arrêté du 6 Mai 2000). Selon sa définition littéraire, l'aptitude est l'état de quelqu'un que la loi considère comme qualifié pour jouer un rôle ou exécuter un acte (Larousse). Au niveau médical, les SP peuvent être seulement aptes ou inaptes pour accomplir leurs missions. En effet, il n'existe pas d'équilibre entre ces deux extrêmes ce qui peut avoir des conséquences importantes chez les SP.

Le suivi médical des SPP est effectué par un médecin SP sur la base de deux examens médicaux. Le premier, l'examen médical initial comprend : (a) un entretien avec recherche d'antécédents familiaux et personnels, appréciant les facteurs de risques, en particulier respiratoires, cardio-vasculaires et psychologiques ; (b) un examen général avec biométrie dont les données cliniques orienteront le choix des examens biologiques envisagés ci-après ; (c) des examens complémentaires comprenant un examen de la vue par appareil destiné à l'exploration de la fonction visuelle de près et de loin, un examen de l'audition, des épreuves fonctionnelles respiratoires avec boucle débit-volume, et une radiographie pulmonaire de face. Selon les données de l'examen clinique, un audiogramme et un électrocardiogramme de repos peuvent être réalisés. De plus, des examens biologiques permettent d'apprécier l'existence de facteurs de risques et comprennent notamment des mesures : de la glycémie, du cholestérol, des triglycérides, des gamma-GT et des transaminases ; de la glycosurie, de la protéinurie et de l'hématurie (Article 13, Arrêté du 6 Mai 2000). Deuxièmement, la visite médicale de maintien en activité comprend : (a) un entretien portant sur les événements médicaux familiaux et personnels de la période écoulée depuis le précédent contrôle ; (b) la vérification du carnet de vaccinations ; (c) la consultation des résultats de la surveillance physique ; (d) un examen clinique orienté sur la recherche de facteurs de risques cardio-vasculaires ; (e) une biométrie (i.e., taille, poids, appréciation de la masse grasseuse) ; (f) un contrôle de l'acuité visuelle et auditive ; (g) une spirométrie ; (h) un contrôle radiologique pulmonaire dont la périodicité est laissée à l'initiative du médecin chargé de l'aptitude en fonction de l'emploi du sapeur-pompier, de l'examen clinique ou des antécédents ; (i) des examens biologiques, si les données de l'examen clinique les rendent nécessaires et à partir de quarante ans au moins tous les trois ans ; et (j) un électrocardiogramme de repos est effectué dans les mêmes conditions de périodicité (Article 18 de l'Arrêté du 6 Mai 2000).

1.1.2. Condition physique

Le service de santé et secours médical des SDIS a un rôle important dans l'aptitude médicale mais également dans le suivi de la condition physique qui reste un indicateur de santé. Le médecin SP doit être informé du suivi de l'entraînement et de la préparation physique des SP. Ces informations peuvent permettre au médecin de dépister une affection en cours, d'informer et de conseiller les SP sur les questions relatives à leur hygiène de vie, de formuler des propositions pour ménager l'agent et adapter son emploi si nécessaire. Elles constituent pour le médecin un indicateur de santé, un outil de médecine préventive sans interférer avec les décisions d'aptitude médicale qui relèvent d'autres critères (Article 11, Arrêté du 6 Mai 2000). Le « suivi » est intéressant car il introduit la notion d'évolution dans le temps. Néanmoins, la différenciation entre l'aptitude médicale et l'aptitude physique est mise en évidence dans l'Article 11.

La condition physique doit permettre de faire face aux contraintes exigées lors de leurs missions. La condition physique est donc analysée chaque année à l'aide des Indices de la Condition Physique (ICP) et comprend les mesures suivantes : (a) exercice dit de « Killy » ; (b) pompes ou tractions ; (c) exercice de souplesse ; (d) test du gainage ; et (e) test VAMEVAL ou Luc Léger. De plus, une appréciation des niveaux pour chaque exercice fait apparaître un niveau standard, à améliorer et une aptitude à évaluer par le médecin.

1.2. Sollicitations physiques liées au métier de SP

Un consensus est bien établi dans la littérature scientifique sur la prédominance des caractéristiques physiques de ce métier. Lindberg et al. (2015) soulignent le rôle fondamental de la condition physique en mission pour la sécurité des SP, de son équipier et des victimes.

Une récente étude apparente les SP à des « *Tactical athlete* » au vu des particularités du métier qui associent différentes qualités physiques et techniques (Scofield et al., 2015). Ces travaux confirment l'utilisation de plusieurs qualités physiques chez les SP qui sont similaires aux composantes physiques décrites par « *The American College of Sport Medicine - ACSM* » (Garber et al., 2011) (i.e., cardiorespiratoire, force musculaire, endurance, composition corporelle, souplesse et proprioception) nécessaires au maintien et au développement d'une bonne santé d'un adulte.

1.2.1. Demandes métaboliques

D'un point de vue spécifique, de nombreuses études mettent en évidence que la mesure de la VO₂ max (i.e., la VO₂ max est la plus forte consommation maximale d'oxygène obtenue à partir de différents protocoles d'exercices, exprimée en ml/min/kg (ou en l/min) ; (Adams, 1982) est une des principales qualités physiques examinées chez les SP car elle est associée à une meilleure performance sur des exercices spécifiques (i.e., sauvetage de victimes, extinction d'incendie ; e.g., Bos et al., 2004 ; Holmer & Gavhed, 2007 ; Gledhill & Jamnik, 1992 ; Lindberg et al., 2013). Lors de la lutte contre les incendies la VO₂ varie entre 17 et 55 ml/kg/min (e.g., Holmer & Gavhed, 2007 ; Perroni et al., 2010 ; Sothmann et al., 1990) pour un temps d'intervention compris entre 2 minutes 40 secondes et 14 minutes 30 secondes (Lindberg et al., 2015). Cependant, la plupart des mesures de VO₂ relatives au métier de SP, disponibles dans littérature scientifique, ont été effectuées sur des simulations d'exercices, ce qui pourrait minimiser les réponses physiologiques par rapport à des missions de secours réelles auxquelles s'ajouterait une situation de stress (Perroni et al., 2009, 2010).

Le système anaérobie peut également représenter 14 à 73% de la contribution d'énergie totale lors d'une intervention visant à lutter contre un incendie (Bilzon, Scarpello,

Smith, Ravenhill, & Rayson, 2001 ; Lemon & Hermiston, 1977 ; Perroni et al., 2010). Des concentrations de lactate sanguin de 13,1 mmol/l ont été relevées au cours d'exercices de simulations (Holmer & Gavhed, 2007), alors que Perroni et al. (2010) observent une concentration de lactate sanguin relativement élevée (i.e., environ 9 mmol/l) à la fin d'une intervention réelle. L'utilisation de ce métabolisme comme source d'énergie pourrait contribuer à l'apparition d'une fatigue précoce car il est fortement sollicité pendant les missions des SP (e.g., Michealides, Parpa, Henry, Thompson, & Brown, 2011 ; Misner et al., 1988 ; Phillipps et al., 2011 ; Sheaff et al., 2010). Ainsi, il a été suggéré que la puissance et la capacité anaérobie seraient fondamentales pour réaliser les interventions de manière optimale (Rhea et al., 2004). Le rôle du métabolisme anaérobie est donc capital, et doit être développé et maintenu lors des séances d'activité physique.

1.2.2. Demandes musculaires

Il est bien admis que la force musculaire est un bon prédicteur d'accomplissement des exercices spécifiques du métier de SP dans un minimum de temps (Henderson et al., 2007). Gledhill et Jamnik (1992) indiquent que les SP manipulent des charges lourdes, comprises entre 40 à 60 kilos, sur des mouvements (i.e., porter, soulever, tirer et travailler avec du poids vers l'avant) et que ces mouvements sollicitent à la fois la force maximale et l'endurance musculaire. Dans ce contexte, la force de préhension (i.e., *Handgrip*) est un des tests le plus fréquemment utilisé car il est simple à mettre en œuvre et il est corrélé à la force des membres supérieurs et à la masse maigre (Leyk et al., 2007). Ce test est également relié à des performances réalisées sur différentes tâches de SP dont le tirage de tuyaux (e.g., Lindberg et al., 2015 ; Michaelides et al., 2011 ; Rhea et al., 2004 ; Sheaff et al., 2010 ; Son, Bakri, Muraki, & Tochiara, 2014). La moyenne des résultats de ce test varie entre 47 et 61 kg pour

les hommes. Toutefois, ces résultats correspondent aux valeurs communément retrouvées dans la littérature scientifique.

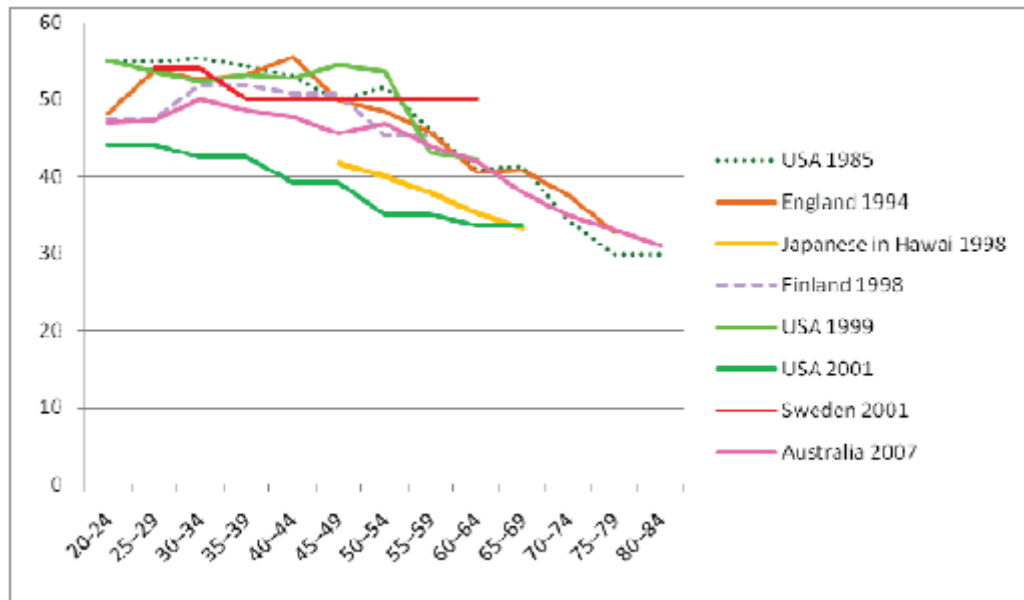


Figure 2. North West Adelaide Health Study (NWAHS) et les normes internationales mains droites chez les hommes.

En complément de la force de préhension, d'autres tests sont retrouvés dans la littérature scientifique et permettent d'examiner les qualités de force chez les SP tels que le « *leg extension* » (Sheaff et al., 2010), le « *squat* » (Michealides et al., 2011), le développé couché (Rhea et al., 2004), le développé épaule, le « *curls biceps* » (Williams et al., 2009) ou encore les tests isocinétiques (Lindberg et al., 2015). La majorité de ces mesures ont été reliées à une des mesures de performances spécifiques au métier de SP. Dans ce contexte, Rhea et al. (2004) soulignent l'intérêt de développer la force et l'endurance musculaire des membres supérieurs et inférieurs afin de rendre les SP plus efficaces dans les tâches spécifiques à leur métier. D'autres travaux indiquent que la force des abdominaux, l'endurance musculaire des membres supérieurs prédiraient des performances supérieures sur

des exercices spécifiques du métier de SP (i.e., « *Ability test* » ; porter une victime ; monter d'escaliers ; tirer des tuyaux ; Michealides et al., 2008, 2011). De plus, le renforcement musculaire du complexe lombo-pelvien jouerait un rôle protecteur des risques de blessures dans cette région anatomique qui est souvent sollicitée en intervention (Cady et al., 1979 ; Mayer et al., 2015).

1.2.3. Equilibre

Lors de la plupart des missions, les SP sont amenés à rencontrer différentes situations où les capacités d'équilibre sont requises (i.e., monter sur les toits, travailler en milieu hostile). Plusieurs études se sont intéressées à l'équilibre postural et ont montré un effet de l'âge (e.g., Punakallio, Hirvonen, & Grönqvist, 2005, Punakallio, Lusa, & Luukkonen, 2003), de la fatigue (e.g., Kincl, Bhattacharya, Succop, & Clark, 2002 ; Pau, Leban, Collu, & Migliaccio, 2014), du stress thermique (Park, Rosengren, Horn, Smith, & Hsiao-Wecksler, 2011) et de la durée des interventions (Sobeih, Davis, Succop, Jetter, & Bhattacharya, 2006) sur la diminution du contrôle postural. De plus, les glissades, les trébuchements et les chutes (i.e., les pertes d'équilibre) représenteraient 28 à 40% des blessures non mortelles chez les SP aux Etats-Unis (Karter, 2013) et au Royaume-Uni (*Health and Safety Executive*, 2014). Par conséquent, Petrucci, Harton, Rosenberg, Horn et Hsiao-Wecksler (2012) suggèrent d'inclure, dans les séances d'activité physique, du travail de contrôle postural mais également du travail proprioceptif, un des composants de la régulation de l'équilibre postural, afin de faire face aux exigences du métier de SP.

1.2.4. Souplesse

La performance n'est pas le seul facteur à prendre en compte, car une bonne condition physique globale est nécessaire afin de mener à bien le métier de SP. Par exemple, Hilyer, Brown, Sirles et Peoples (1990) démontrent qu'un programme général visant à développer les qualités de souplesse diminuerait la gravité des lésions articulaires chez les SP. Bien que les étirements soient communément utilisés pour développer la souplesse, cette qualité physique essentielle au métier de SP (Lavender, Conrad, Reichelt, Gacki-Smith, & Kohok, 2007a ; Lavender, Conrad, Reichelt, Kohok, & Gacki-Smith, 2007b) est relativement peu travaillée au cours des entraînements. Selon Butler et al. (2013), la souplesse pourrait être un paramètre important à la fois dans un objectif de performance mais également dans une optique de prophylaxie.

1.2.5 Influence des équipements de protection individuels

Les contraintes physiologiques et biomécaniques du métier de SP sont également amplifiées par le port des équipements de protection individuels (EPI) dont l'appareil respiratoire isolant (ARI) pesant jusqu'à 23kg. Généralement chez les SP, le niveau minimal de VO₂max requis pour accomplir ce métier est compris entre 39 - 45ml/kg/min (Dreger & Petersen, 2007). L'équipement de protection individuel (EPI) augmente la consommation d'oxygène atteignant des valeurs allant de 53% à 100% VO₂max. Plus précisément, après 5 minutes de montée d'escaliers on obtient une VO₂ de 39 ml/kg/min, de 23,4-25,7 ml/kg/min pour soulever et manipuler des tuyaux, et de 30,9 ml/kg/min pour contrôler le tuyau et des valeurs de 36,6-44,0 ml/kg/min lors du transport d'équipements dans les étages (Perroni et al., 2015). Cet équipement réduit également la mobilité des SP lors de tests d'équilibre fonctionnel (Son et al., 2014), altère le contrôle postural (e.g., Hur, Rosengren, Horn Smith, &

Hsiao-Weckslar, 2013 ; Punakallio et al., 2005 ; Sobeih et al., 2006), induit une déshydratation (i.e., réduction de 1 à 1,5 kg de la masse corporelle), altère les fonctions cognitives (Morley et al., 2012), conduit à de l'hyperthermie (i.e., augmentation de 1,5° de la température interne ; Carter, Banister, & Morrison, 1999), diminue de 25 % la vitesse de marche et augmente la fatigue (Bos et al., 2004 ; Knapik, Sharp, Canham-Chervak, Hauret, Patton, & Jones, 2001). Park, Hur, Rosengren, Horn et Hsiao-Weckslar (2010) ont examiné la cinématique de la marche rapide et lente, avec passage d'obstacles et ont montré que la variation du poids de l'ARI modifiait les stratégies d'équilibre avec une augmentation des régulations selon l'axe antéropostérieur, et accentuerait les réactions verticales appliquées au sol. De plus, l'association du masque de l'ARI et des fumées des incendies réduit le champ visuel intervenant dans la régulation du contrôle postural (Punakallio et al., 2003). Une autre étude récente de Hur et al. (2015) indique que le poids de l'ARI jouerait un rôle important dans l'instabilité médio-latérale, confirmant ainsi les travaux de Punakallio et al. (2003) qui indiquent qu'une sollicitation accrue de l'équilibre postural engendrerait des risques de blessures causées par des chutes. D'autres études de Taylor, Lewis, Nothley et Peoples (2012) démontrent que les EPI diminuent de 56% la tolérance à l'exercice et de 27% la performance sur un exercice de course avec obstacles. Alors que dans de nombreux métiers de la sécurité le port des rangers est obligatoire, chez les SP urbains le port des bottes est majoritaire. Les contraintes biomécaniques imposées par les bottes sont différentes des rangers où l'on retrouve un système de contention immobilisant l'articulation de la cheville (comme par exemple dans les chaussures de ski) qui altérerait les capacités proprioceptives de la cheville (Picot, Caillat-Miousse, Toschi & Forestier, 2010). Les bottes induisent également des contraintes sur le temps de montée en force pendant la flexion du genou influençant ainsi l'équilibre dynamique de cette articulation dans certains mouvements (Hur et al., 2015). De plus, une étude de Perry et al., (2007) montre que la dureté de la semelle intermédiaire

modifie le système de contrôle de l'équilibre dynamique. Toutefois, il n'existe malheureusement pas d'étude s'étant intéressée à l'influence du port de bottes à long terme sur les adaptations éventuelles des capacités proprioceptives de la cheville.

1.2.6. Influence de la composition corporelle sur la santé des SP

La prévalence du surpoids et de l'obésité est souvent examinée chez les SP car elle est associée à des facteurs de risques de santé (e.g., Field et al., 2001 ; Visscher & Seidell, 2001), et tout particulièrement aux maladies cardiovasculaires (e.g., Baur et al., 2001 ; Storiades, Hauser, Kawachi, Liarokais, Christiani, & Kales, 2005). La composition corporelle est souvent mesurée à l'aide de l'indice de masse corporelle (IMC) qui reste un outil de dépistage santé chez les SP (Clark, Rene, Theurer, & Marshall, 2002). Michealides, Parpa, Thompson et Brown (2008) révèlent qu'une faible masse corporelle améliorerait la performance des tâches spécifiques des SP (i.e., montée d'escaliers, sauvetage de victimes). Selon Storiades et al. (2008), les SP ayant un IMC supérieur à 30,2 auraient 60 à 90% plus de risque d'être dans l'incapacité d'effectuer leur travail par rapport à des SP présentant un IMC inférieur à 27,2. Une étude récente démontre que l'IMC est un prédicteur de la blessure et des arrêts de travail chez les SP (Kuehl et al., 2012). De manière générale, Mayer et al. (2012) montrent que l'obésité chez les SP serait reliée à une réduction de la stabilité du complexe lombo-pelvien pouvant ainsi occasionner des blessures. L'influence de la composition corporelle sur la santé des SP est une caractéristique importante qui doit être suivie et contrôlée afin de diminuer les risques de blessures (Elliot, Goldberg, Kuehl, Moe, Breger, & Pickering, 2007).

Cette revue de littérature sur les exigences de cette profession met en exergue la multitude des qualités physiques qui sont nécessaires au métier de SP. Il semble donc primordial de maintenir une condition physique opérationnelle permettant de préserver la

santé des agents, tout en minimisant le risque de blessures. Ainsi, une étude récente de McDonough, Philipps et Twilbeck (2015) soulignent l'importance d'intervenir sur plusieurs facteurs pour améliorer la santé chez les SP sans se restreindre aux paramètres physiques. Ces auteurs démontrent qu'un programme constitué d'éducation à la santé, d'éducation nutritionnelle, et d'individualisation de l'entraînement révélerait des changements de comportement, influençant la motivation. De plus, la combinaison de ces différents facteurs jouerait également un rôle protecteur sur la tension artérielle, la fréquence cardiaque de repos, la capacité cardio-pulmonaire, l'IMC, le tour de taille, le pourcentage de graisse, la mobilité postérieure du tronc ainsi que sur la force musculaire chez les SP.

1.3 Sollicitations psychologiques du métier de SP

1.3.1 Conséquences psychologiques de la confrontation à des situations traumatisantes

De par les nombreuses situations traumatisantes auxquelles ils font face, les SP sont susceptibles de souffrir de différents troubles psychologiques. Selon Meyer et al. (2012), les missions les plus traumatisantes pour les SP sont liées à la gravité des blessures rencontrées, à la blessure d'un coéquipier, et à l'exposition à la mort. D'autres recherches ont trouvé que les SP sont particulièrement vulnérables dans les situations d'urgence. L'urgence fait référence à une situation dans laquelle sont attribués un jugement et une action pour y faire face (Aubert & Roux-Dufort, 2003). De plus, les SP sont amenés à secourir des gens de leur entourage (Kehl, Knuth, Hulse, & Schmidt, 2015), des nourrissons, ou encore des enfants, ce qui peut mobiliser des mécanismes de projection sur leur vie personnelle (e.g., Beaton, Murphy, Johnson, Pike, & Corneil, 1998 ; Fullerton, McCarroll, Ursano, & Wright, 1992). Selon Cicognani, Pietrantonio, Palestini et Prati (2009), ces incidents traumatiques sont définis *comme un événement qui a un impact stressant suffisant pour submerger le sentiment de*

contrôle, avec une connexion et un sens dans sa vie. Indépendamment de leurs émotions personnelles, les SP doivent alors rester calmes dans n'importe quelles situations afin d'apporter du soutien et de l'apaisement aux personnes qui éprouvent un choc ou un traumatisme (Scott & Myers, 2005). Néanmoins, ces situations engendrent un stress supplémentaire, car les SP se retrouvent de manière récurrente confrontés directement aux bouleversements des victimes ou de leurs proches en souffrance (Regher, Dimitropoulos, Bright, George, & Hendersen, 2005).

Par ailleurs, une méta-analyse sur les travailleurs d'urgences indique que 7% des SP souffriraient du syndrome de stress post-traumatique (SSPT ; Berger et al., 2012) ce qui confirme les travaux précédents montrant une prévalence de SSPT de 17 à 23% (e.g., Armstrong, Shakespeare-Finch, & Shochet, 2014 ; Corneil et al., 1999 ; Del Ben et al., 2006). Selon Power, Halpern, Ferenschak, Gillihan et Foa (2010) le SSPT apparaît suite à l'exposition d'un événement potentiellement traumatique. Ce syndrome est souvent associé à une mauvaise santé physique (Pacella, Hruska, & Delahanty, 2013), et est positivement relié avec les années de carrières et à l'épuisement professionnel (i.e., burnout ; Sattler, Assanangkornchai, Moller, Kesavatana-Dohrs, & Graham, 2014). Certaines variables individuelles comme les traits de personnalité à travers le névrosisme seraient un prédicteur du SSPT (Wagner, McFee, & Martin, 2010). Par ailleurs, une étude de Brewin, Andrews et Valentine (2000) relève que le risque de développer un SSPT augmente avec le nombre d'expositions à des événements traumatiques, confirmant ainsi les travaux antérieurs de Wagner et al. (1998). En somme, la quantité et la régularité de l'exposition au stress peut faire émerger d'autres pathologies ou maladies psychologiques, telles que dépression (e.g., Chamberlin & Green, 2010 ; McFarlane & Bryant, 2007).

La régularité d'éprouver des interventions traumatiques prédit également des symptômes de burnout et d'absentéisme (Sliter, Chen, Withrow, & Sliter, 2013). Une autre

étude de Kaufmann, Ruthow, Spira et Mojtabai (2013) a mis en évidence une association entre les effets cumulés des missions et des problèmes d'alcool, et des troubles de l'humeur, alors que Meyer, Zimering, Daly, Knight, Kamholz et Gulliver (2012) ne trouvent aucune association entre le nombre d'incidents vécus et les problèmes psychologiques. Toutefois, une étude récente de Harvey et al. (2015) s'est intéressée au rôle majeur du nombre total de traumatismes cumulés lié au travail qui serait relié positivement au risque de SSPT, à la dépression et à l'alcoolisme. De surcroît, cette investigation a permis de souligner le taux élevé de désordres psychologiques et de problèmes liés à l'alcool chez les SP retraités. Cependant, il existe d'autres atteintes psychologiques dont celles liées aux troubles du sommeil. En effet, une étude de Vargas De Barros, Martins, Saitz, Bastos et Ronzani (2013) démontre que 51,2% des SP ont rapporté des troubles du sommeil qui sont significativement associés à la détresse psychique et à des troubles psychosomatiques. De plus, ces auteurs ont établi que 10% des SP seraient en dépression, 9% présenteraient des symptômes d'anxiété, 29% rapporteraient du stress à l'extérieur du travail, et 44% auraient une détresse psychologique. Les travaux de Lima, Assunção et Barreto (2015) confirment une partie de ces résultats en montrant que le risque de développer une dépression serait plus élevé chez les SP qui présentent comme antécédents un SSPT et une consommation excessive d'alcool.

1.3.2 Modèles théoriques des troubles psychologiques chez les SP

Chez les SP, la théorie diathèse-stress est utilisée afin d'appréhender des troubles de santé mentale ; elle suppose qu'il existe une prédisposition à la vulnérabilité de la santé mentale, qui associée à des facteurs de stress, peut causer certaines maladies psychologiques (Harris, Baloglu, & Stacks, 2002). De plus, ce modèle s'appuie sur la charge, qui en raison de

la carrière des SP, semblerait être submergée et ainsi engendrer des troubles psychologiques (Van der Kolk & McFarlane, 2012).

Une autre théorie retrouvée chez les SP est celle de la conservation des ressources (Hobfoll, 1989) qui se fonde sur quatre types de ressources estimés par l'individu : (a) les caractéristiques personnelles ; (b) les conditions ; (c) les objets ; et (d) les énergies (Pelham, 2016). Plus particulièrement, ces travaux révèlent que les SP diminuent leurs ressources en fonction du nombre répété d'interventions marquantes causant des troubles psychologiques (Sattler et al., 2014). Le modèle de Karasek (1990) qui est un déséquilibre entre la demande et le contrôle au travail est également utilisé chez les SP. Plus précisément, les demandes professionnelles élevées chez les SP et un faible contrôle sur leur travail pourraient causer un état de stress élevé « *high strain* » (Lourel et al., 2008).

1.3.3. Influence des facteurs organisationnels et environnementaux

Bien que de nombreuses études se soient intéressées aux relations entre les déterminants intrinsèques (i.e., propres à l'individu) des SP et les événements traumatiques vécus, peu d'études examinent la contribution des aspects environnementaux et organisationnels sur les déséquilibres de la santé mentale des SP (*The Australian Government Comcare*, 2008). Ainsi, l'environnement au travail interagirait avec le psychisme des travailleurs (Gollac & Bodier, 2011), et serait étudié par l'intermédiaire des facteurs de risques psychosociaux (Dupret, Bocéréan, Teherani, & Feltrin, 2012). Selon, Cox, Griffiths et Rial-Gonzalez (2000), les risques psychosociaux sont définis comme « *des aspects et caractéristiques du travail qui ont la capacité de provoquer de la souffrance physique ou psychosociale* ». Plus particulièrement, Baker et Williams (2001) ont montré que le stress lié à l'organisation du travail, ainsi que celui des incidents traumatiques et des stratégies de faire

face aux problèmes représenteraient 49% de la variance expliquée de la détresse psychologique. D'autres études récentes ont établi que les exigences organisationnelles sont un important facteur de risque du burnout (Angelo & Chambel, 2013).

Pour résumer, la littérature scientifique démontre que les obligations professionnelles des SP engendrent des problèmes psychologiques et musculo-squelettiques (Katsavouni Bebetos, Malliou, & Beneka, 2015). De plus, une méta-analyse récente de Stanley, Hom et Joiner (2016) met en évidence que le risque de suicide est élevé chez les SP. Les contraintes de travail dans lesquelles évoluent les SP sont donc nombreuses et favorables à la croissance du stress (Scandella, 2012), qui serait un facteur de risque avéré pour la santé des SP, en particulier un risque cardiovasculaire (Belkic, Landsbergis, Schnall, & Baker, 2004). Quels que soient la situation ou le moment, il est du devoir des SP de porter secours à la personne ou de lutter contre les incendies. Ces derniers défendent, réconfortent, et protègent les victimes, et ont pour vocation d'aider les populations. L'ensemble de ces résultats nous amène à postuler qu'indépendamment de sa source (i.e., dispositionnelle ; organisationnelle), le stress fait partie de manière intégrante de la vie professionnelle du SP. Ainsi, ce processus pourrait avoir une forte répercussion sur leur santé en général et leurs blessures en particulier.

CHAPITRE 2

Epidémiologie de la blessure chez les sapeurs-pompiers

L'objectif de ce chapitre est de présenter les études qui se sont focalisées sur la blessure des SP, et sa relation avec l'activité physique. Dans la première partie, nous définirons la nature de la blessure sportive, sa localisation et son occurrence.

2.1. Définition des blessures

Chez le sportif, Fuller et al. (2007) indiquent que la blessure est définie comme un *"dommage corporel causé par un transfert aigu d'énergie, dépassant la capacité du corps humain d'y résister ou de s'y adapter"*. Chez les footballeurs, la blessure est explicitée comme *"toute douleur physique subie par un joueur qui intervient lors d'un match de football ou d'un entraînement, indépendamment des soins médicaux ou du temps perdu dans la pratique du football "* (Fuller et al., 2006) alors que dans le milieu sportif, une «blessure» est considérée comme *une atteinte au système musculo-squelettique qui a eu lieu lors de la pratique ou en compétition nécessitant une attention médicale particulière (par exemple, l'entraîneur, formateur et médecin), induisant des limites d'entraînement pour l'athlète pendant un ou plusieurs jours suivant la blessure* (Alonso, Tscholl, Engebretsen, Mountjoy, Dvorak, & Junge, 2010). En France, une blessure survenant dans le milieu professionnel des SP est considérée comme un accident du travail, quelle qu'en soit la cause. L'accident peut survenir par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou travaillant, à quelque titre ou en quelque lieu que ce soit, pour un ou plusieurs employeurs (Code de la sécurité sociale, Article L411-1). Pour Jahnke et al. (2013), une blessure survenue au travail doit donner lieu à un rapport d'accident par le service pour permettre une indemnisation des travailleurs sur les soins médicaux reçus (par un médecin ou un autre professionnel de la santé).

2.2. Occurrence des blessures

Aux Etats-Unis, Karter et Molis (2011) rapportent 71 875 blessures en relation avec le métier de SP pour l'année 2010. Les entorses et les douleurs musculaires représenteraient les principales blessures (51,4%), suivies par des blessures de types, coupures et ecchymoses (17,5%), et les « autres » blessures (12,8%). Poplin et al. (2011) ont examiné les blessures sur

une période de cinq ans et ont constaté que 32,9% d'entre elles étaient dues à de la pratique d'exercice physique, suivi par le conditionnement (i.e., déplacement) des victimes (16,9%), les entraînements d'exercices spécifiques au métier de SP (11,1%), et les opérations d'incendies (10,2%). Ils montrent également que les entorses seraient le type de blessure le plus fréquent (56,2%), suivies par des lacérations et des contusions (15,5%). Dans une autre étude, Janhke et al. (2013) rapportent que les luxations, les entorses et les foulures font parties des principales blessures musculo-squelettiques. Chez les SP australiens, Taylor et al. (2015) indiquent un taux élevé de 177 individus blessés pour 1000 heures de travail chaque année. Ils retrouvent également que les principales blessures seraient les entorses et les déchirures musculaires. En Pologne, une étude de Szubert et Sobala (2002) a analysé les circonstances des blessures au travail des SP et a révélé que la majorité des blessures a lieu lors de l'entraînement physique obligatoire (40%).

En France, la Banque Nationale des données (Rapport BND, 2013) a publié des statistiques nationales prenant en considération les accidents de travail survenus dans le cadre du métier de SP. L'échantillon BND, réparti parmi 85 SDIS, représente 90,7% des effectifs de l'ensemble des SDIS. L'accidentalité des SP Professionnel (SPP) est classifiée en fonction de la nature des événements. Pour 2014, on peut observer que l'activité hors intervention des SPP est la plus accidentogène s'élevant jusqu'à 68%. En caserne, le taux de sinistralité (i.e., nombre d'évènements par année rapporté aux effectifs) est de 12,4%, l'indice de fréquence (i.e., nombre d'évènements avec arrêt x 1000 / effectifs temps plein) correspond à 78,3 accidents avec arrêt pour mille agents et le taux de gravité (i.e., nombre de jours d'arrêt x 1000 / heures travaillées) représentent 1,71 jour par an. En 2014, l'AP représenterait 67% des accidents de service en caserne et engendrerait 33,5 jours d'arrêt en moyenne, confirmant ainsi le rapport Pourny (2003) (Figure 3).

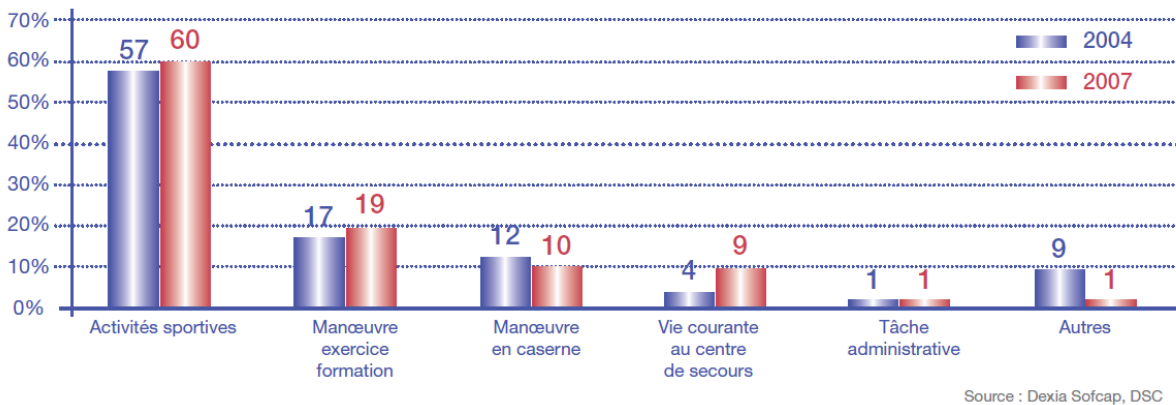


Figure 3. Pourcentage des accidents de travail en fonction de l'activité (Rapport Pourny, 2003)

En effet, ce rapport a mis en évidence la problématique de la blessure pendant la pratique de l'AP qui demeurerait la plus grande cause des accidents de service. En caserne, la nature des lésions concerne principalement les atteintes musculo-squelettiques (43,8%) dont 34,7% sont causées par la pratique de l'AP. Le siège des lésions affecte à 48,4% le membre inférieur, suivi par les mains (10% environ) (Figure 4).

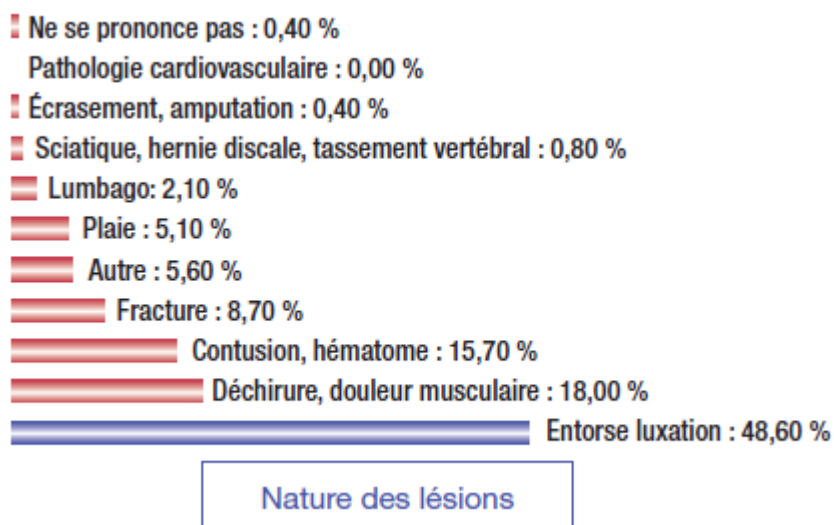


Figure 4. Pourcentage des sièges des lésions (Rapport Pourny, 2003)

De plus, ce même rapport indique que les blessures musculo-squelettiques touchent le membre inférieur, dont la plus représentative serait l'entorse de la cheville avec 32,8% de cas, suivie par celle du genou comptabilisant 13,6% des traumatismes recensés (Figure 5).

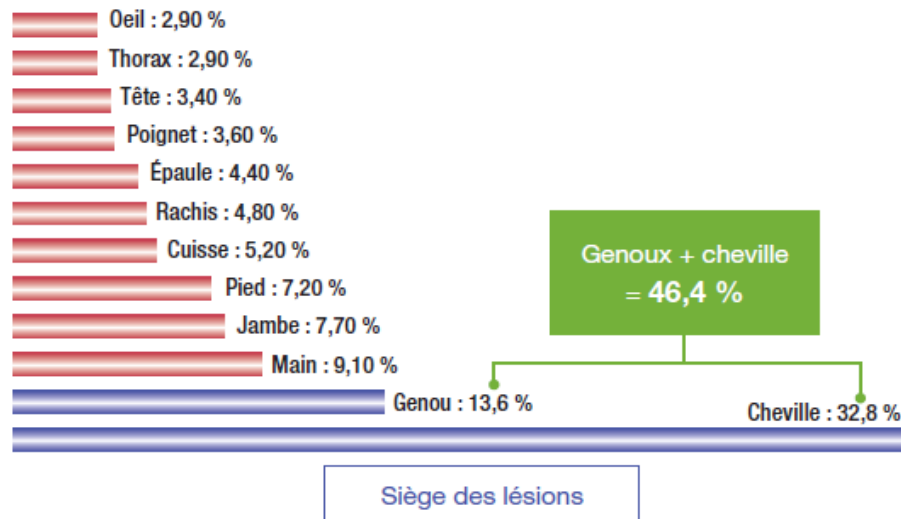


Figure 5. Pourcentage de la nature des lésions (Rapport Pourny, 2003)

Ces résultats confirment la littérature internationale qui montre que la majorité des blessures correspond à des entorses survenant sur le membre inférieur aux Etats-Unis chez les SP (Griffin et al., 2016). Par conséquent, la part induite de l'AP sur l'occurrence des blessures demeure présente dans ce corps de métier. Etant donné la prévalence (Rapport BND, 2014) et le coût induit par les blessures (Griffin et al., 2016), préserver la santé de leurs agents, identifier les facteurs de risques et protecteurs de la blessure chez les SP reste un enjeu majeur des SDIS de France.

2.3. Paradoxe de la pratique de l'activité physique

Bien que la pratique d'une AP contribue à améliorer le niveau de condition physique générale des SP, elle peut aussi augmenter le risque de blessure (Poston et al., 2013). Il est communément admis dans la littérature scientifique que les contraintes physiques exigées de ce métier obligent les SP à s'entraîner pour faire face à leurs missions (Perroni et al., 2011). Néanmoins, l'AP serait un des plus importants pourvoyeurs d'accident de travail (BND, 2014). L'AP pourrait ainsi être considérée soit comme un facteur protecteur, soit comme un facteur de risque de la blessure (Rapport Pourny, 2003). Plus précisément, Janhke et al. (2013) révèlent que les SP qui s'entraînent régulièrement seraient moins susceptibles d'être confrontés à une blessure. Ces observations sont consistantes avec les travaux de Poplin et al. (2014) qui ont également mis en évidence que les SP ayant une VO₂ max inférieure à 43 ml/kg/min seraient 2,2 fois plus susceptibles de se blesser par rapport à ceux qui présenteraient une VO₂ max supérieure à 48 ml/kg/min. De plus, une étude de Peate, Bates, Lunda, Francis et Bellamy (2007) a montré une réduction du taux de blessures de 42% après un entraînement de douze mois sur les muscles stabilisateurs du bassin confirmant l'étude prospective de Cady et al. (1979) qui révèle les effets protecteurs de l'AP sur les blessures de la région lombaire.

Bien que les effets protecteurs de l'activité physique chez les SP sur la santé soient bien démontrés dans la littérature scientifique, paradoxalement elle demeure la plus accidentogène. En effet, de nombreuses études ont révélé que les blessures sont majorées pendant l'AP (e.g., Giovannetti, Bembem, Bembem, & Cramer 2012 ; Hootman, Macera, Ainsworth, Martin, Addy, & Blair, 2001 ; Polpin et al., 2012 ; Rapport BND, 2013). En effet, une récente étude révèle qu'un tiers des blessures survenant les jours de garde serait causé pendant la pratique de l'activité physique (Poplin et al., 2012). Pour Poplin et al. (2014),

l'étiologie de ces blessures s'expliquerait en partie par un temps (nombre d'heures) d'exposition supérieur dans l'AP. Même si l'activité en caserne présente a priori moins de risques que d'autres missions (i.e., la lutte contre les incendies), elle reste la plus grande cause d'accident de travail chez les SPP (Rapport BND, 2014) où les entorses de la cheville sont les traumatismes les plus récurrents (Rapport BND, 2014 ; Rapport Pourny, 2003). Malgré le nombre important de traumatismes, le métier de SP présente de fortes contraintes psychologiques (Meyer et al., 2012).

CHAPITRE 3

Déterminants psychologiques de la blessure

L'objectif de ce chapitre est de présenter les études qui se sont focalisées sur les déterminants psychologiques de la blessure et leurs conséquences sur les comportements de santé. Tout d'abord, nous définirons le *Stress Injury Model* (Andersen & Williams, 1988 ; Williams & Andersen, 1998), puis nous développerons quatre déterminants potentiels : le burnout, les traits de personnalité, les stratégies de coping et les buts d'accomplissement.

3.1. Le *Stress Injury Model*

D'une manière générale, les individus sont confrontés à des situations et/ou évènements de vie stressants (i.e., surcharge de travail, conflits familiaux ou amicaux) qui génèreraient diverses émotions négatives (i.e., anxiété, peur). On peut parler de stress lorsque ces situations sont perçues de manière menaçante pour l'intégrité physique et psychique d'un individu. Ainsi, Cooper et Payne (1978) ont identifié six sources de stress : (a) intrinsèques au travail ; (b) liées au développement de la carrière ; (c) à la structure et au climat organisationnel ; (d) au rôle dans l'organisation ; (e) aux relations professionnelles ; et (f) à l'interface travail-famille.

De nombreuses études se sont basées sur le *Stress Injury Model* (Andersen & Williams, 1988 ; Williams & Andersen, 1998) qui est un modèle multifactoriel reliant le stress à la survenue d'une blessure dans le milieu sportif. En effet, ce modèle suggère que lorsqu'un sportif est dans une situation potentiellement stressante (i.e., entraînement sportif, compétition sportive), il serait plus susceptible de percevoir la situation de manière menaçante et risquerait davantage de se blesser. Plusieurs facteurs psychologiques influenceraient le risque de se blesser : (a) les expériences personnelles du stress (i.e., évènements antérieurs de vie perçus comme défavorables) ; (b) la personnalité (i.e., caractéristique d'une vulnérabilité au stress) ; et (c) les ressources de faire face (i.e., stratégies de coping ; ressources personnelles et sociales pour faire face à une situation stressante). Dans sa version revisitée, William et Andersen (1998) considèrent qu'il existerait des interactions entre ces trois construits. Enfin, ce modèle suggère qu'une participation à des programmes qui préviendrait l'apparition des effets néfastes du stress réduirait le risque de blessures. De nombreuses études ont montré que des évènements de vie qu'ils soient positifs (i.e., changement de rôle dans une équipe) ou négatifs (i.e., blessures sportives antérieures) seraient corrélés à la

fréquence des blessures (e.g., Gunnoe, Horodyski, Tennant, & Murphey, 2001 ; Rogers & Landers, 2005). Selon William et Andersen (1998) (Figure 6), les blessures antérieures auraient des conséquences psychologiques importantes et seraient à l'origine d'un stress pathogène en sport.

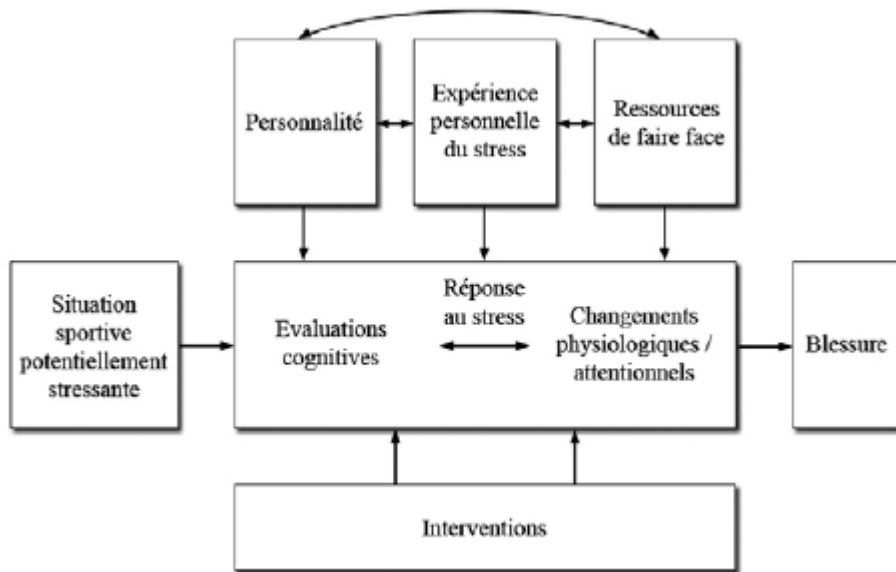


Figure 6. Version révisée du *Stress Injury Model*. Adapté d'après William et Andersen (1998).

En effet, lorsqu'un individu est confronté à des situations stressantes, il serait sujet à des déficits attentionnels de la vision périphérique et de la vision centrale (Rogers et al., 2003). Ces troubles attentionnels génèreraient des difficultés pour le sportif à identifier et à réagir efficacement aux indices environnementaux les alertant d'un danger pour leur intégrité physique (Rogers & Landers, 2005 ; Williams & Andersen, 1998). Dans le domaine du sport, le sportif soumis à une surcharge d'entraînement importante et un stress particulier serait susceptible de développer un syndrome de burnout.

3.2. Le Burnout en contexte sportif ou professionnel

Indépendamment des différents concepts et définitions du burnout, il existe une relation commune, fondée sur la pensée de Seyle (1946), établissant que *l'épuisement professionnel est considéré comme un symptôme de déséquilibre psychologique induit par la nocivité de facteurs externes*. Bradley en 1969, a été le premier à introduire le terme « burnout » ou épuisement professionnel dans un article de la revue *Crime & Delinquency*. Ce concept a ensuite été utilisé par Freunderberger (1974) qui a observé des problèmes physiques (i.e., épuisement, insomnie) et psychique (i.e., troubles émotionnels) chez des employés d'une structure d'aide à la désintoxication où il exerçait. Ainsi, il décrit le burnout comme *un état causé par l'utilisation excessive de son énergie et de ses ressources, qui provoque un sentiment d'avoir échoué, d'être épuisé ou encore d'être exténué*. Selon Cherniss (1980), le burnout serait *le produit d'une interaction entre l'individu et son environnement qui ne sont plus des entités séparées mais des composantes d'un processus évolutif dans lequel ils interagissent mutuellement et continuellement*. L'écart entre les ressources de l'individu et les exigences du travail reste central dans la survenue du burnout.

Par la suite, Pines et Kanner (1982) avec une approche motivationnelle définissent le burnout comme *une incapacité à trouver une signification existentielle dans son travail*. Leiter et Schaufeli (1996) ont ensuite considéré que ce syndrome serait *présent dans toute occupation dans laquelle les individus sont psychologiquement engagés dans leur travail. Les emplois psychologiquement « engageants » épuisent les ressources cognitives, émotionnelles et physiques*. Cette conception du burnout a ainsi permis d'élargir ce syndrome à des professions qui ne se limitent plus aux professionnels de l'aide (Leiter & Schaufeli, 1996). Plus récemment, Maslach, Schaufeli et Leiter (2001) ont suggéré que le burnout ferait référence à *une incapacité d'adaptation de l'intervenant à un niveau de stress émotionnel*

continu causé par l'environnement de travail qui se référerait à une exposition chronique à des facteurs stressants d'origine professionnelle. Quant à Malasch et Jackson (1981), ils définissent le burnout comme *un syndrome d'épuisement émotionnel, de dépersonnalisation et de manque d'accomplissement personnel qui se produit chez les individus qui travaillent en relation avec autrui*. Enfin, selon Shirom (1989, 2003), le burnout serait défini comme *un épuisement physique, émotionnel et cognitif résultant d'une diminution continue des ressources valorisées par l'individu, du fait d'une exposition chronique à un stress professionnel*. Les symptômes du burnout seraient également caractérisés par des comportements inappropriés et par un changement des valeurs et des croyances (Lemyre, Roberts, & Stray-Gundersen 2007).

Dans le domaine sportif, Raedeke et Smith (2009) définissent le burnout sportif comme *un syndrome de trois dimensions-clés associant la diminution du sens d'accomplissement, la dévaluation du sport, l'épuisement émotionnel et physique*. Selon Gould, Udry, Tuffey et Loehr (1996), le burnout proviendrait d'une augmentation du stress qui serait dû à des facteurs personnels (i.e., personnalité) et situationnels (i.e., contexte). La blessure pourrait ainsi être un prédicteur du burnout (Cresswell & Eklund, 2006, 2007 ; Udry, Gould, Bridges, & Tuffey, 1997). Plus précisément, les blessures sportives seraient reliées à l'épuisement physique et émotionnel (Cresswell & Eklund, 2005), et les athlètes indiquant un fort taux de blessures, auraient un faible niveau d'accomplissement, un haut épuisement émotionnel et physique avec une forte dévaluation du sport par rapport aux athlètes reportant peu de blessures (Cresswell & Eklund, 2006). Bien que Grylls et Spittle (2008) montrent que la blessure prédisposerait au burnout chez l'athlète, Hughes (2014) quant à lui, ne montre pas de relation significative entre la blessure de l'athlète et le burnout. Cependant, le nombre de blessures totales aurait un impact sur le développement du burnout (Grylls & Spittle, 2008 ; Hughes, 2014). De plus, ce syndrome pourrait être renforcé par de longues heures de pratique

d'activité physique (Dale & Weinberg, 1990) et par le stress perçu (Goodger, Gorely, Lavallee, & Harwood, 2007).

3.2.1. Outils de mesure du burnout

La mesure du burnout s'est développée à travers plusieurs concepts. Maslach et Jackson (1981, 1984 et 1986), chercheurs en psychologie sociale, furent les pionniers dans ce domaine en cherchant à analyser ce concept et à le valider en développant un outil de mesure fiable (i.e., *Maslach Burnout Inventory*). Le « *Maslach Burnout Inventory* » (MBI ; Maslach & Jackson, 1981) est le questionnaire de référence (Schaufeli & Enzmann, 1998). Par ailleurs, l'élaboration de plusieurs versions du MBI (i.e., MBI-GS General Survey) a permis d'étendre le burnout à d'autres professions (Maslach & Jackson, 1986) que des emplois liés à la relation d'aide. Dans toutes les versions du MBI, la mesure du burnout est basée sur une tridimensionnalité de ce syndrome par l'intermédiaire de l'épuisement émotionnel, la dépersonnalisation et la perte de l'accomplissement personnel. Ces trois dimensions résulteraient d'un stress cumulatif (Maslach & Leiter, 1997 ; Maslach & Leiter, 2008). Selon ces auteurs, l'épuisement émotionnel se manifesterait lorsqu'un individu ressentirait un sentiment de vide, une fatigue inhabituelle et affective au travail, une difficulté à être en contact avec les émotions de l'autre. On parle alors de dépassement du seuil de saturation émotionnelle avec une éventuelle symptomatisation. Quant à la dépersonnalisation, elle serait marquée par un détachement qui s'apparenterait au cynisme, impliquant une mise à distance des personnes avec lesquelles l'individu interagirait dans un contexte professionnel. En conséquence, l'individu mettrait en place des mécanismes de défense pour économiser une dépense d'énergie. Enfin, la perte de l'accomplissement personnel serait un état dans lequel l'individu se trouverait inefficace dans la plupart de ses actions (i.e., personnels et

professionnels), ce qui induirait une diminution de la motivation. Les conséquences probables de cette dimension peuvent créer des comportements tels que le désinvestissement et le surinvestissement. Alors que Maslach et Jackson (1981) auraient déterminé les causes de ce syndrome à travers des paramètres environnementaux du travail, Freunderberger (1974) quant à lui attribuerait au burnout des facteurs plutôt individuels.

Même si de nombreuses conceptions autour du burnout ont émergé ces deux dernières décennies, le MBI reste l'outil de mesure principal dans l'analyse du burnout. Toutefois, le MBI présente des limites qu'il semble nécessaire d'évoquer. En effet, bien que son utilisation soit fréquente dans la littérature scientifique, Shirom (1989) indique que le MBI serait développé autour d'observations cliniques et non d'une formulation théorique du phénomène. De plus, la perte de l'accomplissement personnel serait une conséquence des deux autres dimensions (Shirom, 1989 ; 2003), et la dépersonnalisation pourrait être assimilée à d'autres concepts tels que le coping ou l'estime de soi (Shirom & Melamed, 2006). Enfin, certaines études statistiques sembleraient indiquer que la dépersonnalisation est peu fiable (Densten, 2001 ; Garden, 1987). De plus, il existerait une faible corrélation entre le manque d'accomplissement personnel et les deux autres dimensions du burnout (Lee & Ashforth, 1996). Une confusion sur ce concept subsisterait remettant ainsi en cause la définition du burnout qui regrouperait à la fois les antécédents, les symptômes et les conséquences (Schaufeli & Enzmann, 1998). Enfin, Kristensen, Borritz, Villadsen et Christensen (2005) révèlent également que les trois dimensions du MBI seraient des variables distinctes les unes des autres et mesureraient des phénomènes différents.

De par ses limites tant épistémologiques que méthodologiques, d'autres auteurs ont développé un questionnaire qui s'appuierait sur la théorie de la conservation des ressources (COR ; Hobfoll, 1989 ; Hobfoll & Freddy, 1993 ; Hobfoll & Shirom, 1993). La théorie de la COR est centrée sur les ressources dont disposerait un individu pour faire face aux situations

difficiles qu'il rencontrerait. Ainsi, il en résulterait un équilibre entre les ressources et les menaces que percevrait l'individu. Les ressources pourraient être internes ou externes à l'individu (i.e., sociale, économique, personnelle, énergétique) et seraient utilisées en fonction des complications rencontrées. Hobfoll (1989) définit les ressources comme *des objets, caractéristiques personnelles, conditions ou énergies qui sont valorisées par les individus pour elles-mêmes ou parce qu'elles servent à obtenir ou protéger d'autres objets, caractéristiques personnelles, conditions ou énergies valorisées*. En concordance avec cette théorie, un individu se retrouverait dans une situation de burnout lorsque toutes ses ressources seraient amoindries à travers le temps, impliquant une notion de longévité du syndrome. De plus, une caractéristique de cette théorie résulte dans le fait que les ressources sont liées entre elles, ce qui engendrerait des répercussions lors de la perte d'une ressource. La quantité de ressources initiales permettrait aux individus d'être moins vulnérables à la perte de ressources et capables d'obtenir davantage de nouvelles ressources (Hobfoll & Wells, 1998). A la suite de ces travaux, d'autres investigations ont permis d'éclaircir la relation entre les demandes ou les exigences et les ressources. Plus particulièrement, Hobfoll et al. (2012) ont démontré l'influence des exigences sur les ressources qui sont à l'inverse des pensées traditionnelles où les ressources auraient une influence directe sur les demandes (Alarcon, Edwards & Menke, 2011). Ainsi, le *Shirom Melamed Burnout Measure* (SMBM ; Shirom & Melamed, 2006) a été développé et s'appuie sur la théorie de la conservation des ressources. Le SMBM s'articule autour de trois dimensions : (a) l'épuisement émotionnel ; (b) la fatigue physique (i.e., fatigue ressentie physiquement par l'individu) ; et (c) la lassitude cognitive (i.e., difficulté ressentie par l'individu à se concentrer et à mobiliser ses capacités intellectuelles rapidement (Sassi & Neveu, 2010).

3.2.2. Manifestations du Burnout

De nombreuses études se sont intéressées aux différentes manifestations du burnout. Selon Shirom (1989), la fatigue physique serait l'une des premières manifestations du burnout. Une liste établie par Schaufeli et Enzmann (1998) a permis d'en identifier 132, subdivisées en cinq catégories (i.e., caractéristiques affectives, cognitives, physiques, comportementales et motivationnelles) reliées au burnout. Chez des travailleurs en bonne santé, le burnout prédirait l'incidence des douleurs musculo-squelettiques (Shirom, Nirel, & Vinokur, 2010). Plus particulièrement, une augmentation du niveau du burnout majorerait le risque de 2,09 fois de développer des douleurs musculo-squelettiques.

Dans le domaine particulier des SP, une étude a mis en évidence une relation entre le syndrome de stress post-traumatique et l'épuisement professionnel et les blessures liées au travail (Katsavouni et al., 2015). De par leur métier, les SP seraient sujets à du stress, et plus particulièrement à du stress lié au travail (i.e., stress lié à l'organisation et stress lié à un incident) qui expliquerait avec la résolution de problèmes, 49 % de la variance de la détresse psychologique des SP (Baker & Williams, 2001). De plus, le stress au travail serait relié à un risque accru d'accident vasculaire cérébral et d'infarctus du myocarde (Beaton et al., 1998 ; Moran & Colless, 1995). Enfin, les SP sont sujets au stress lié à l'organisation de la structure du service incendie et aux exigences d'un travail horaire de 24 heures (Carlier, Lamberts, & Gersons, 1997 ; Haslam & Mallon, 2003). L'ensemble de ces résultats nous amène à postuler que ce stress généré par des contraintes professionnelles pourrait engendrer du burnout chez les SP. Des études antérieures ont permis de recenser plusieurs prédicteurs organisationnels ou individuels du burnout (Schaufeli & Enzmann, 1998 ; Maslach et al., 2001). Les caractéristiques organisationnelles incorporeraient la charge de travail, le contrôle sur le

travail, la reconnaissance, l'égalité dans les relations sociales, l'appartenance à un collectif, et ses valeurs.

Chez les SP, les résultats d'une étude de Grundy (2000) démontrent, à travers des régressions multiples hiérarchiques, que l'âge et le névrosisme prédiraient 21% de la variance de l'épuisement émotionnel, 9% de la variance de la dépersonnalisation et 7% de la variance de l'accomplissement personnel. Mitani et al. (2006) démontrent également que le syndrome de stress post-traumatique et le stress au travail conduiraient au burnout. Les travaux de Lourel et al. (2008) indiquent que les demandes liées au travail prédiraient l'épuisement émotionnel et la dépersonnalisation. Enfin, l'étude d'Angelo et Chambell (2013) montre une corrélation réciproque entre les demandes organisationnelles et le burnout.

Etant donné l'ensemble de ces résultats, il nous semble que le burnout pourrait être un prédicteur important de la blessure des SP. Un autre prédicteur potentiel de la blessure fait référence aux traits de personnalité.

3.3 Les traits de personnalité

3.3.1 Définition et outils de mesure

Le rôle de la personnalité est fondamental pour comprendre les mécanismes qui régissent les comportements des individus face aux facteurs de risque de la santé (i.e., alcool, alimentation, prises de risques ; Bogg & Roberts, 2004). Un des fondateurs du modèle en cinq facteurs de la personnalité (*Five Factor Model* : FFM) est Allport (1937) qui définit la personnalité comme *l'organisation dynamique des traits qui détermine l'adaptation unique d'une personne à l'environnement* et les traits de personnalité comme *une structure*

neuropsychique ayant la capacité de rendre de nombreux stimuli fonctionnellement équivalents, de déclencher et de guider des formes équivalentes de conduites adaptatives et expressives (Allport, 1961). Depuis, le modèle de personnalité en cinq facteurs a évolué et il est devenu le principal concept théorique de la personnalité. Pour Costa et McCrae (1990), *les traits de personnalité sont des dimensions décrivant des différences individuelles dans les tendances à manifester des configurations cohérentes et systématiques de pensées, d'émotions et d'actions*. Plus récemment, Rolland (2013) reprend différentes définitions et les décrit comme *des configurations de conduites (cognitions, affects, comportements) manifestant une relative cohérence intra-individuelle et une relative stabilité temporelle ; ce sont des prédispositions à se comporter (cognitions, affects, comportements) de manière identifiable en réponse aux exigences de la situation, qui caractérisent une personne, permettent de la différencier d'autres personnes et en font une personne unique (unicité inter-individuelle)*.

Plusieurs outils de mesure permettent d'analyser les traits de personnalité. Tout d'abord, le *NEO-Five Factor Inventory* (NEO-FFI) qui est constitué de 60 items (12 par dimension) subdivisé en 5 dimensions, à savoir l'agréabilité, le caractère consciencieux, le névrosisme, l'ouverture aux expériences, et l'extraversion (McCrae & Costa, 1985). Par la suite, John et al. (1999) ont développé le *Big Five Inventory* (BFI), composé de 44 items. Le BFI est l'outil de mesure actuellement le plus utilisé dans les études sur les traits de personnalité. Ce questionnaire comprend cinq composantes identiques à la version de McCrae et Costa (1985) : (a) l'ouverture aux expériences (i.e., l'originalité, la recherche de challenge, le caractère créatif) ; (b) le névrosisme (i.e., les émotions négatives, la nervosité, le caractère soucieux) ; (c) l'extraversion (i.e., l'énergie, l'enthousiaste, le caractère sociable, bavard, ou affectueux) ; (d) l'agréabilité (i.e., l'altruisme, l'honnêteté, la courtoisie, la bonne humeur) ; et (e) le caractère consciencieux (i.e., être fiable, ponctuelle, dépendant, organisé). Le BFI a été traduit et validé en français en 2010 par Plaisant, Courtois, Réveillère, Mendelsohn et John.

3.3.2. Traits de personnalité et facteurs sociaux et environnementaux

Le développement de la personnalité est influencé également par des facteurs sociaux et environnementaux (e.g., Conger & Donnellan, 2007 ; Donnellan, Conger, McAdams, & Neppi, 2009). Chez les professionnels de l'urgence, Mitchell (1983) fut un des premiers à s'intéresser aux traits de personnalité et a démontré que les sauveteurs « *Rescue personality* » auraient un faible niveau de névrosisme et d'ouverture aux expériences, et des scores élevés d'extraversion, du caractère consciencieux, d'agréabilité, et seraient orientés vers la recherche de compétition et de risques. De plus, Mitchell et Bray (1990) ont indiqué que les traits de personnalité dans cette population seraient fondés sur des prédispositions et ne seraient pas établis sur un processus de socialisation. Ces études ont examiné ces traits communs de personnalité du sauveteur en associant les professions de SP, d'ambulanciers et de policiers (e.g., Mitchell & Bray, 1990), alors que Wagner (2005) explique qu'il serait plus approprié d'investiguer ces métiers séparément. D'autre part, une étude plus récente (Wagner, Martin, & McFee, 2009) a permis de montrer que les SP ont reporté un score élevé d'extraversion par rapport à des individus qui ne travaillaient pas dans des métiers d'urgence. Plus récemment, Klee et Renner (2013) ont caractérisé les professionnels de l'urgence par des scores bas de névrosisme, d'agréabilité et d'ouverture aux expériences, et un score élevé du caractère consciencieux.

3.3.3. Traits de personnalité et facteurs de santé

De nombreux travaux ont permis de mettre en évidence des relations entre les traits de personnalité, les comportements de santé et les émotions des individus. En effet, deux méta-analyses récentes ont montré des relations entre les traits de personnalité, l'anxiété, et la

dépression (Kotov, Gamez, Schmidt, & Watson, 2010), et entre les traits de personnalité et le burnout (You et al., 2015). De nombreux travaux ont également investigué l'influence des traits de personnalité sur la santé mentale (i.e., syndrome de stress post traumatique ; SSPT, burnout). Ainsi, LaFauci Schutt et Marotta (2011) ont examiné les traits de personnalité de 197 professionnels de l'urgence, et révèlent que le névrosisme et l'extraversion pourraient prédire les symptômes de SSPT. De plus, une étude de McCall (2001) démontre que la majorité des échelles de personnalité par l'intermédiaire du « *Personality Assessment Inventory* » (PAI) seraient corrélées significativement au burnout, enrichissant ainsi l'étude de Grundy (2000) qui indique que le névrosisme serait un facteur de risque du burnout. En conséquence, Heinrichs, Wagner, Schoch, Soravia, Hellhammer et Ehlert (2005) suggèrent que les traits de personnalité pourraient constituer des marqueurs de vulnérabilité dans l'apparition de symptômes psychopathologiques après l'exposition à des traumatismes. Une étude plus récente de Pajonk et al. (2010) indique qu'un score élevé de névrosisme et un bas niveau d'agréabilité conduiraient à une augmentation du risque de burnout. Une autre étude a permis de déterminer l'association entre les cinq facteurs de traits de personnalité et les troubles mentaux et physiques (Goodwin & Friedman, 2006). Plus particulièrement, le caractère consciencieux serait associé à une diminution de la probabilité d'avoir des troubles mentaux et physiques, tandis que le névrosisme serait relié à une augmentation de ces troubles.

Certains traits de personnalité, assimilés à des affects et à des émotions positifs (i.e., ouverture aux expériences, agréabilité, et caractère consciencieux), pourraient être considérés comme des facteurs protecteurs de la santé (Gregory, Nettelbeck, & Wilson, 2010 ; Kotter-Grühn, Kleinspehn-Ammerlahn, & Gerstorf-Smith, 2009 ; Olson, 2005). Plus précisément, des études antérieures ont montré que le caractère consciencieux pourrait prédire une adhésion à des programmes de prévention de la santé (Weiss & Costa, 2005), prédirait

également une diminution du taux de mortalité chez les personnes atteintes de maladies rénales (Christensen et al., 2002), et serait corrélé avec un style de vie sain (De Brujin, Kremers, Van Mechelen, & Brug, 2005). Quant à l'agréabilité, ce caractère révèle des résultats contradictoires dans la littérature scientifique face à la mortalité. Alors que certaines études identifient un effet protecteur (Wilson et al., 2004), d'autres relèvent ce trait comme un facteur de risque (Friedman, Tucker, Tomlinson-Keasey, Schwartz, Wingard & Criqui, 1993). Certaines études ont relevé des corrélations négatives entre l'agréabilité et les dimensions de l'épuisement professionnel (e.g., Alarcon et al., 2009 ; Ghorpade, Lackritz, & Singh, 2007, 2011). Le névrosisme, caractérisé par des émotions négatives, serait généralement considéré comme un facteur de vulnérabilité (Bruchon-Schweitzer, 2002), et des hauts scores seraient reliés à une augmentation de risque de mortalité précoce (Schulz, Bookwala, Knapp, Scheier, & Williamson, 1996 ; Wilson et al., 2004), à une diminution de la santé perçue (De Moor, Beem, Stubbe, Boomsma, & De Geus, 2006), à une augmentation de la détresse psychologique et des maladies physiques (e.g., DeRaad, 2000 ; Ormel & Wohlfarth, 1991). L'extraversion présenterait des résultats inconsistants dans la littérature. Plus particulièrement, ces différentes facettes positives ou négatives pourraient conduire à la fois à des facteurs protecteurs de la santé (Shipley, Weiss, Der, Taylor, & Deary, 2007), et à des facteurs de risques induisant des comportements tels que le tabagisme ou l'alcoolisme (Furnham & Saipe, 1993). Néanmoins, plusieurs études ont recensé que l'extraversion serait directement liée au bien-être émotionnel (Heller, Watson, & Illies, 2004).

En psychologie de la santé, des travaux de Koleck, Bruchon-Schweitzer et Bourgeois (2003) explicitent que le névrosisme serait spécifiquement associé à la vulnérabilité au stress et pourrait donc prédire l'état physique d'une personne. Selon Andersen et Williams (1988), certaines prédispositions individuelles au stress entraîneraient une fragilité physique. De plus, des études récentes ont mis en évidence des relations entre des bio marqueurs inflammatoires,

(e.g., protéines produites face à des infections majeures ou des traumatismes ; Casas et al., 2008) et les traits de personnalité (Armon, Melamed, Shirom, Berliner & Shapira, 2013 ; Sutin et al., 2010). Plus particulièrement, ces études montrent que le névrosisme et l'extraversion seraient directement associés à une élévation des bio marqueurs inflammatoires (Armon et al., 2013), alors que le caractère consciencieux (Sutin et al., 2010), l'ouverture aux expériences (Armon et al., 2013 ; Jonassaint et al., 2010), et l'agréabilité ne seraient pas reliés aux marqueurs inflammatoires.

3.3.4. Traits de personnalité et blessure

Concernant la relation entre la blessure et les traits de personnalité, une étude de Stephan, Deroche, Brewer, Caudroit et Le Scanff (2009) démontre que le névrosisme serait un facteur prédictif positif de la vulnérabilité perçue des blessures liées à la course. Une autre étude de Luo, Tao, Zhang, Xu, Yan et Huang (2010) révèle que l'extraversion pourrait être un facteur de risque dans l'occurrence des blessures à répétition. Enfin, un faible niveau d'agréabilité pourrait être lié à la survenue des accidents sur le lieu de travail (e.g., Clarke, 2006 ; Clarke & Robertson, 2005).

Bien que de nombreuses études se soient intéressées aux relations entre les traits de personnalité et la santé mentale chez les professionnels de l'urgence, peu d'études ont porté sur le rôle des traits de personnalité dans l'occurrence des blessures des SP. Seule, l'étude récente de Gordon et Larivière (2014) le névrosisme et l'ouverture aux expériences seraient de forts prédicteurs des blessures chez les SP. Un autre prédicteur potentiel de la blessure fait référence aux stratégies de coping.

3.4 Les stratégies de coping

Les stratégies de coping permettent à l'individu de « faire face » (i.e., *to cope*) à des situations stressantes, et seraient un modérateur potentiel dans la relation entre les sources du stress et la satisfaction au travail (Malek, Fahrudin, & Kamil, 2009). Le coping (i.e., stratégies d'ajustement) est une approche cognitivo-comportementale qui désigne les réactions et les réponses conscientes cognitives, émotionnelles et comportementales utilisées par un individu pour maîtriser, ajuster, évaluer, réduire ou tolérer la situation stressante. Au 19^e siècle, la notion de coping fut affiliée à celle de mécanismes de défense puis Lazarus en 1966, lui donna sa toute première définition comme étant *un ensemble de réactions et de stratégies d'élaborées par les individus pour faire face à des situations stressantes*. Plus tard, Lazarus et Folkman (1984, p.141) ont défini le coping comme *l'ensemble des efforts cognitifs et comportementaux, constamment changeants, (déployés) pour gérer des exigences spécifiques internes et/ou externes qui sont évaluées (par la personne) comme consommant ou excédant ses ressources*. Le modèle transactionnel (i.e., personne-environnement) regroupe à la fois le coping et le stress, et sont tous deux reliés entre eux (Lazarus & Folkman, 1984).

Folkman et Lazarus (1980) ont développé un questionnaire permettant de mesurer les stratégies de coping, le *Ways of Coping Checklist (WCC)* révisé par Vitaliano et al., (1985) (*WCC-R*). Par la suite, il a été traduit et adapté en français par Cousson et al. (1996). Ce questionnaire est fréquemment utilisé dans la littérature (i.e., 13,6% ; méta-analyse de Kato, 2015) et est constitué de 27 items subdivisés en trois catégories : (a) le coping centré sur le problème (i.e., réduit les exigences de la situation et/ou augmente les ressources propres de l'individu pour mieux y faire face) ; (b) le coping centré sur l'émotion (i.e., gestion des réponses émotionnelles induites par la situation) ; (c) la recherche de soutien social (i.e., efforts sollicités pour obtenir l'aide d'autrui) (Lazarus & Folkman, 1984).

3.4.1. Coping et indicateurs de santé des SP

Folkman, Lazarus, Gruen et DeLongis (1986) indiquent que le coping centré sur le problème (i.e., adaptations positives) serait associé à une bonne santé alors que le coping centré sur l'émotion (i.e., adaptations négatives) serait relié à une mauvaise santé, elle-même reliée au stress des SP (Young & Cooper, 1997). Plus spécifiquement, le coping centré sur le problème et le coping centré sur l'émotion seraient reliés à la santé mentale des SP (Lee et al., 2011). Une autre étude a montré que les SP qui ne sont pas en bonne forme physique, qui manquent de soutien social, et qui n'ont pas été capables de contrôler les tensions, rapportent des scores bas de confiance en eux (Milen, 2009). Pour les SP qui ont un faible niveau de soutien, il existerait une forte association négative entre le soutien perçu et le stress (Varvel et al., 2007).

La stratégie d'adaptation « recherche de soutien social » semble être la plus appropriée pour les SP. Selon Avison et Gotlib (1994), le terme de support social désigne le fait qu'un individu possède un réseau social (plus ou moins large) constitué de personnes susceptibles de lui offrir un certain soutien (i.e., ressource importante pour le coping ; Parker & Endler, 1992). Pour un coping efficace, le support social contribue de deux façons : (a) ne dépend pas du stress présent dans la vie de l'individu et constitue un facteur protecteur dans le sens où il procure un soutien émotionnel qui renforcerait l'estime et la confiance en soi, et améliorerait la santé mentale et physique (Holahan et al., 1996 ; Salovey, Bedell, Detweiler, & Mayer, 1999) ; (b) modère l'impact du stress sur le bien-être de l'individu (i.e., conseils, planification de stratégies ; Salovey et al., 1999). En effet, plusieurs raisons feraient que les SP s'orienteraient vers cette stratégie, soit pour des raisons instrumentales (i.e., conseils, assistance pratique), soit pour des raisons émotionnelles (i.e., soutien moral, compréhension) (Carver, Scheier, & Waeintraub, 1989). Par exemple, une étude de Regehr, Hill, Knott et

Sault (2003) a montré que les SP expérimentés qui rapportent un faible niveau de soutien social auraient des niveaux de dépression et de traumatismes plus élevés que les nouvelles recrues.

De par leur métier, les SP sont confrontés à des situations dangereuses et stressantes et sont donc exposés à un niveau de stress élevé. De nombreuses études ont montré que les effets négatifs de ces situations sur la santé des SP (Beaton, Murphy, Johnson, & Nemuth, 2004), seraient associés à la dépression (Regehr, Hill, & Glancy, 2000), et au développement du SSPT (Heinrichs et al., 2005 ; Regehr et al., 2003). En effet, la SCT permet de mieux comprendre les processus régulant les comportements de santé (i.e., faire face au stress lié au travail). Plus particulièrement, la SCT suggère que les variations individuelles en réponse au stress pourraient être expliquées, du moins en partie, par des processus d'évaluations individuels (Benight & Bandura, 2004).

L'ensemble de ces résultats nous amène à postuler que les stratégies de coping seraient des antécédents de la blessure des SP. Parmi les antécédents de la blessure, il semblerait que les buts d'accomplissement soient importants dans la survenue des blessures des SP.

3.5. Les buts d'accomplissement

Les buts d'accomplissement font référence à la motivation d'un individu (e.g., Ames, 1992 ; Dweck, 1986 ; Nicholls, 1989) à montrer sa compétence en progressant, en développant son habileté ou bien en établissant sa supériorité par rapport à ses congénères. Selon Pinturicchio (2000), un but d'accomplissement est défini comme *une construction cognitive qui rend compte de ce que l'individu cherche à atteindre et les raisons qui le poussent à agir* (i.e., représentation cognitive d'un état final qui donne à l'action sa direction).

Selon la théorie des buts d'accomplissement, les individus se réfèreraient à deux manières de manifester à eux-mêmes ou aux autres de la compétence, conduisant à deux tendances motivationnelles d'approche. En effet, un individu à la possibilité de démontrer son habileté soit en montrant sa supériorité aux autres (i.e., but d'implication de l'ego ; Nicholls, 1989, ou but de performance ; Ames, 1992 ; Dweck, 1986), soit en manifestant des progrès personnels (i.e., but d'implication dans la tâche ; Nicholls, 1989, ou but de maîtrise ; Ames, 1992, ou d'apprentissage ; Dweck, 1986). Le but d'implication de l'ego repose sur un sentiment de compétence basé sur de la comparaison normative et sur l'utilisation des critères d'évaluation socialement référencés, alors que le but d'implication dans la tâche repose sur un processus de comparaison temporelle et sur des critères d'évaluation autoréférencés (Nicholls, 1989).

Depuis une trentaine d'années, la théorie des buts d'accomplissement n'a cessé d'évoluer. Elliot (1999) et Pintrich (2000) ont proposé que les buts de maîtrise auraient également deux tendances motivationnelles (i.e., approche et évitement), ainsi un quatrième but a été mis en évidence. En 2001, Elliot et McGregor ont suggéré que les buts suivraient deux valences, positives (i.e., forme appétitive ; approche), et négative (i.e., forme aversive ; évitement), donnant ainsi naissance au modèle empirique 2 x 2 des buts d'accomplissement. Quatre buts d'accomplissement émergent de ce modèle, à savoir : (a) le but de performance-approche (i.e., démontrer sa compétence) ; (b) le but de performance-évitement (i.e., éviter de montrer son incompetence) ; (c) le but de maîtrise-approche (i.e., comprendre et maîtriser une tâche) ; et (d) le but de maîtrise-évitement (i.e., éviter la non maîtrise d'une tâche). Récemment dans le milieu scolaire, Elliot, Murayama et Pekrun (2011) ont étendu le modèle 2 x 2 au modèle 3 x 2 en proposant trois définitions de la compétence (i.e., tâche, soi, et autrui) et deux valences (approche et évitement). Enfin, en 2015, Mascret, Elliot et Cury ont appliqué ce modèle au milieu sportif. Lorsque l'état motivationnel de l'individu est dit d'approche, le comportement est dirigé vers un événement positif ou désirable (i.e., situation

attrayante et valorisante) alors que lorsqu'il est dit d'évitement, le comportement est dirigé vers un évènement négatif ou non désiré (i.e., comportement de fuite ou de renoncement ; Austin & Vancouver, 1996). La théorie des buts d'accomplissement a été largement utilisée dans le domaine scolaire (e.g., Ames & Archer, 1988 ; Pekrun, Elliot, & Maier, 2009), puis a été adaptée au domaine sportif (e.g., Gernignou, d'Arripe-Longueville, Delignières & Ninot, 2004 ; Lochbaum & Gottardy, 2015).

En 2005, Schiano-Lomoriello, Cury et Da Fonseca ont développé et validé un questionnaire d'approche et d'évitement en éducation physique et sportive (QAE-EPS). Cet instrument est constitué de 12 items sous divisé en quatre sous-échelles identiques à ceux du modèle 2 x 2 (Cury, 2004 ; Elliot & McGregor, 2001) mais appliqué au domaine de l'éducation physique et sportive. Puis, en se basant sur le questionnaire d'Elliot et Murayama (2008), Riou et al. (2012) ont développé et validé en français un questionnaire, *the French Achievement Goal Questionnaire for Sport and Exercise* (FAGQSE), appliqué au domaine sportif. Ce questionnaire est composé de 12 items sous divisé en quatre sous-échelles basés sur le modèle empirique 2 x 2 (Elliot & McGregor, 2001 ; Elliot & Murayama, 2008). Enfin, Macret et al. (2015) ont développé et validé le questionnaire *the 3 x 2 Achievement Goal Questionnaire for Sport* (3 x 2 AGQ-S) constitué de 18 items sous divisé en quatre sous-échelles basés sur le modèle empirique 3 x 2 (Elliot et al., 2011).

3.5.1. Buts d'accomplissement et indicateurs de santé

Des études antérieures se sont intéressées à la relation entre les buts d'accomplissement et les facteurs de santé. Ces études révèlent que les buts de maîtrise-approche seraient reliés positivement à la satisfaction de vie, à l'estime de soi, et à une moindre anxiété (Adie, Duda, & Ntoumanis, 2008 ; Castillo, Duda, Alvarez, Mercé, &

Balaguer, 2011), alors que les buts de maîtrise-évitement seraient associés à l'amotivation (Adie et al., 2008 ; Nien & Duda, 2008). En ce qui concerne les buts de performance-approche, ils seraient reliés d'une part à des conséquences positives, comme la motivation intrinsèque, l'évaluation de la compétence, la satisfaction de vie et une moindre anxiété (Roberts, Treasure, & Conroy, 2007), et d'autre part à des conséquences négatives telles que la motivation extrinsèque, et la peur de l'échec (Adie et al., 2008 ; Nien & Duda, 2008). Enfin, les buts de performance-évitement seraient associés à une plus grande anxiété, à une moindre motivation intrinsèque et estime de soi, et à l'amotivation (Castillo et al., 2011 ; Roberts et al., 2007). Dans le contexte professionnel des SP, l'étude de Landen et Wang (2010) a révélé que les buts d'accomplissement seraient reliés à des facteurs psychologiques de santé tels que le bien-être mental.

3.5.2. Buts d'accomplissement et burnout

Bien que de nombreux travaux aient étudié la relation entre les buts d'accomplissement et le burnout dans le domaine académique (e.g., Naidoo et al., 2012), peu ont examiné cette relation dans le domaine sportif (Isoard-Gauthier et al., 2013), et dans le domaine spécifique des SP (Landen & Wang, 2010). L'étude d'Isoard-Gauthier et al. (2013) a montré que les individus qui ont tendance à s'orienter vers des buts de maîtrise-approche rapportent des scores faibles de burnout, alors que ceux qui s'orientent vers des buts de maîtrise-évitement sont plus susceptibles d'être sujets au burnout. Selon Naidoo et al. (2012), les buts d'évitement seraient reliés positivement au burnout alors que les buts d'approche seraient reliés négativement. Ces résultats montrent l'importance du rôle des orientations motivationnelles dans la prévention du burnout. Alors que la plupart des études se sont

focalisées sur le burnout comme une conséquence de la blessure, aucune étude ne s'est intéressée au burnout en tant que déterminant de la blessure chez les SP.

CHAPITRE 4

Prédicteurs de l'entorse de la cheville

L'objectif de ce chapitre est d'analyser les différents prédicteurs de l'entorse de la cheville. Dans une première partie, l'entorse de la cheville sera décrite et définie en fonction de son occurrence et de son incidence. Ensuite, plusieurs facteurs de risques seront analysés afin de mieux comprendre leur contribution dans l'occurrence de ce traumatisme.

4.1. L'entorse de la cheville

Selon Bonnomet (2004), une entorse est une lésion ligamentaire traumatique due à un mécanisme indirect et n'entraînant pas de perte (i.e., permanente ou temporaire) des rapports normaux des surfaces articulaires. Les critères de gravité des entorses de la cheville prennent en considération le type de lésion, la topographie, et les lésions associées. Généralement, la gravité lésionnelle selon les signes cliniques fait apparaître trois grades : (a) l'étirement ; (b) la rupture ; et (c) la rupture complète ou au moins d'un faisceau d'un ligament de la cheville (Tourné & Mabit, 2015). Une étude épidémiologique conduite sur 16 ans révèle que l'entorse de la cheville est la blessure la plus courante dans le milieu sportif (Hootman et al., 2007). Elle représenterait une incidence journalière s'élevant à 1 pour 10000 habitants en France (Bonnomet, 2004 ; Lajoix, 2011). Ainsi, la fréquence des entorses diagnostiquées serait de 6000 cas par jour en France alors qu'elle pourrait atteindre les 24000 cas aux Etats-Unis (Holmer et al., 1994). D'autres travaux prospectifs ont permis de mettre en évidence que le sport est le plus grand pourvoyeur d'entorses de la cheville (49,3%), et que le basket-ball serait un des sports les plus concernés (Waterman, Owens, Davey, Zacchilli, & Belmont, 2010).

Dans le domaine sportif, d'autres études ont identifié que l'entorse de la cheville pourrait atteindre 25% de l'ensemble des blessures du sportif (O'Loughlin, Murawski, Egan, & Kennedy, 2009). En effet, différents types d'activités physiques (i.e., football, basket-ball, volley-ball) dénombrent entre 11% et 12 % d'entorses de la cheville avec une incidence cumulative comprise entre 3,9 et 4,9 entorses de cheville pour 1000 heures d'exposition (Doherty, Delahunt, Caulfield, Hertel, Ryan, & Bleakley, 2014). En majorité, le ligament collatéral latéral est le plus touché pouvant atteindre 90% des cas (Simpson, 1991). Bellaud (2004) définit l'entorse latérale de cheville comme *une atteinte traumatique fermée des*

ligaments de l'articulation talo-crurale, sur le plan latéral, sans qu'il y ait une perte des rapports anatomiques des surfaces articulaires et se caractériserait également par une atteinte plus ou moins prononcée d'un, de deux ou des trois faisceaux du ligament collatéral latéral (Terrier, Toshi, & Forestier, 2012).

Le coût financier de ce traumatisme représente 1,2 millions d'euros par jour (Bonnomet, 2004). Etant donné la prévalence et l'occurrence des traumatismes de l'entorse de la cheville qui touche la population générale, sportive, militaire mais également SP (e.g., Fong Hong, Chan, Yung, & Chan, 2007 ; Kannus & Renström, 1991 ; Rapport Pourny, 2003), identifier les prédictors de l'entorse de la cheville reste aujourd'hui l'un des objectifs majeurs des SDIS afin de mettre en place des mesures prophylactiques efficaces.

4.2. Les antécédents de l'entorse de la cheville : l'historique des blessures

Les individus qui ont subi une entorse de la cheville (32-74%) ont rapporté des symptômes résiduels et chroniques incluant une instabilité chronique de la cheville (e.g., Anandacoomarasamy & Barnsley, 2005 ; Gribble et al., 2013 ; Konradsen et al., 2002). En effet, Hertel (2002) révèle qu'un tiers des patients sujets à une entorse pourrait développer comme conséquence une instabilité chronique de la cheville. Selon Delahunt, Coughlan, Caulfield, Nightingale, Lin et Hiller (2010), l'instabilité chronique de la cheville se définit comme *une instabilité articulaire ainsi que des épisodes fréquents de déstabilisation en inversion sans atteinte capsulo-ligamentaire*. La littérature scientifique montre qu'un des prédictors significatifs de l'entorse de la cheville serait les précédentes entorses de la cheville (e.g., Noronha, Franca, Haupenthal, & Nunes, 2013 ; Engebretsen, Myklebust, Holme, Engebretsen, & Bahr, 2010 ; McGuine & Keene, 2006). La présence d'une blessure passée majorerait ainsi le risque de récurrence par cinq (Hiller, Refshauge, Herbert, & Kilbreath, 2008),

faisant de la première entorse l'un des prédictifs significatifs d'un futur traumatisme. Dans ce contexte, Tyler, McHugh, Mirabella, Mullaney et Nicholas (2006) démontrent, par exemple, que les joueurs de football américain sont 6,5 fois plus susceptibles de se blesser s'ils ont des antécédents d'entorses de la cheville. Dans le basket-ball, les joueurs qui ont déjà une entorse de la cheville seraient quant à eux, 5 fois plus susceptibles d'avoir une récurrence (Mckay, Goldie, Payne, & Oakes, 2001). Au football, Kotofolis, Kellis et Vlachopoulos (2007) retrouvent que les entorses de la cheville seraient principalement dues aux contacts, et que les joueurs qui auraient des antécédents d'entorses sont plus susceptibles de se blesser. Ces résultats sont enrichis par une étude qui montre que l'incidence des entorses de cheville de grade 2 et 3 était plus importante chez les athlètes ayant déjà subi ce traumatisme. De manière plus précise, une étude a permis de mettre en évidence que le risque de se blesser à la cheville serait doublé si dans les douze mois précédents, un traumatisme similaire aurait été recensé (McGuine et al., 2006), et le risque serait majoré jusqu'à 6 mois après la blessure (Engebretsen et al., 2010).

4.3. Les caractéristiques physiques

Plusieurs études indiquent que des valeurs élevées d'IMC seraient un important prédictif de l'entorse de la cheville (e.g., Fousekis, Tsepis, & Vagenas, 2012 ; Tyler et al., 2006). Plus particulièrement, Tyler et al. (2006) indiquent que l'IMC serait un facteur de risque de l'entorse de la cheville, et correspondrait à une incidence de blessure de 1,05 pour les individus en risque de surpoids et de 2,03 pour ceux en surpoids. Ces résultats confirment les travaux de Gomez, Ross, Calmbach, Kimmel, Schmidt et Dhanda (1998) qui reportent une association entre une augmentation du risque de blessures et un niveau élevé d'IMC. D'autres travaux indiquent également que le poids corporel et l'IMC, supérieur à 23,2, engendreraient

une augmentation des contraintes appliquées aux ligaments de la cheville pendant les différentes de phases de stress mécanique et influenceraient positivement le risque de survenue de l'entorse de la cheville (Fousekis et al., 2012).

4.4. L'équilibre, le contrôle postural et la proprioception

Le contrôle postural, y compris la stabilité active à l'articulation de la cheville, *est une habileté motrice complexe dérivée de l'interaction de multiples processus sensori-moteurs* (Deliagina, Zelenin, Beloozerova, & Orlovsky, 2007 ; Deliagina, Beloozerova, Zelenin, & Orlovsky, 2008). Pour maintenir le contrôle postural, il est nécessaire de traiter les entrées visuelles, vestibulaires et somatosensorielles, de coordonner et d'exécuter les réponses motrices (Horak, 2006).

De nombreuses études ont recensé que les entorses de la cheville altéraient les qualités proprioceptives causées par un dommage des mécanorécepteurs localisés au niveau des articulations, des muscles et des tendons. En effet, McKeon et Hertel (2008) ainsi qu'une méta-analyse de Wikstrom, Naik, Lodha et Cauraugh (2009) mettent en évidence un déficit du contrôle postural chez des participants après une entorse de la cheville. De plus, le membre sain controlatéral pourrait présenter également une altération de l'équilibre postural (e.g., Evans, Hertel, & Sebastianelli, 2004 ; Hertel, Buckley, & Denegar, 2001 ; Wikstrom et al., 2009). D'autres travaux ont déterminé qu'une altération du contrôle postural pourrait jouer un rôle dans l'occurrence des entorses de la cheville (e.g., Noronha et al., 2006 ; Trojian & McKeag, 2006). Cependant, l'étude de Fousekis et al. (2012) ne montre pas de relations significatives entre le déficit postural et l'occurrence des entorses de la cheville sur 100 joueurs professionnels de football. Les résultats sont inconsistants dans la littérature scientifique sur l'analyse de l'équilibre comme prédicteur de ce traumatisme et ils

s'expliqueraient par des différences méthodologiques. Par exemple, Watson et Clark (1999) évaluent en unipodal, le contrôle postural sur 15 secondes avec une flexion de hanche et une flexion de genou avec un angle de 90° sur les membres non testés, alors que McGuine Greene, Best et Levenson (2000) mesurent également en unipodal mais seulement sur 10 secondes de déplacement du centre de pression avec un genou fléchi à 90°.

Le test « *star excursion balance test* » (i.e., SEBT) est largement utilisé dans la littérature scientifique et se présente comme un test d'équilibre dynamique fonctionnel fiable et reproductible (Gribble et al., 2012). Initialement développé avec huit directions (Kinzey et al., 1998), ce test a été réduit à trois directions pour éviter tout caractère redondant (Hertel, Braham, Hale, & Olmsted-Kramer, 2006). Plisky, Rauh, Kaminski et Underwood (2006) ont développé et commercialisé le « *Y balance test* » où les participants doivent venir pousser la cible le plus loin possible avec le pied sur des directions antérieures, postéro-médiales et postéro-latérales. De plus, lors de la passation du SEBT, plusieurs qualités physiques sont requises. En effet, l'activité électromyographique est importante et varie en fonction des directions testées. Par exemple, l'activité du « *Vastus lateralis* » est moins marquée dans les directions latérales que dans les autres directions (Earl, Schmitz, & Arnold, 2001). De plus, une meilleure amplitude articulaire notamment sur la dorsiflexion est corrélée avec de meilleurs scores sur la direction antérieure que se soit en chaîne cinétique ouverte (Gribble & Hertel, 2003) ou chaîne cinétique fermée (Hoch et al., 2011). Le SEBT implique aussi d'autres caractéristiques neuromusculaires, telles que la coordination du membre inférieur (Plisky et al., 2006). Le SEBT est donc un outil qui permettrait de prédire les futures entorses de la cheville (Noronha et al., 2012 ; Plisky et al., 2006), et il détecterait également les déficits fonctionnels après une blessure comme une instabilité chronique de la cheville (Olmsted, Carcia, Hertel, & Shultz, 2002). En effet, les résultats d'une étude révèlent, par exemple, que les joueurs de basket-ball qui présentaient une asymétrie, entre les deux membres inférieurs,

de plus de 4 cm sur la direction antérieure du SEBT seraient 2,5 fois plus susceptibles de se blesser au niveau du membre inférieur déficitaire que ceux qui avaient une asymétrie inférieure à 4 cm (Plisky et al., 2006). En plus du caractère prédictif de l'asymétrie des deux membres, il existe un « composite score » (CS) établi par la somme des distances des trois directions et normalisé par la longueur du membre inférieur. Plus précisément, Plisky et al. (2006) retrouvent que les femmes avec un CS inférieur à 94% de la longueur du membre inférieur sont plus susceptibles de se blesser. Une autre étude récente a montré une sensibilité (100%) et une spécificité (71.1%) sur des joueurs de football. En effet, l'échantillon qui présentait des CS inférieurs à 89.6% avait 3.5 fois plus de risque de se blesser (Butler et al., 2013). Le sport pratiqué pourrait également influencer la performance au SEBT. Chimera, Smith et Warren (2015) retrouvent une différence entre les footballeurs et les basketteurs pouvant être causée par des réponses neuromusculaires en fonction de l'activité pratiquée. Ainsi, le SEBT semblerait aujourd'hui être le gold standard pour mesurer à la fois l'équilibre dynamique, l'asymétrie entre les deux membres inférieurs, et apparaît comme un outil prédictif de la blessure (Plisky et al., 2006).

4.5. L'amplitude articulaire

La cinématique de l'articulation talo-crurale présenterait des complications après une entorse de la cheville (Denegar, Hertel, & Fonseca, 2002). Plus particulièrement, une diminution de la flexion dorsale serait reliée à plusieurs manifestations cliniques dont les entorses de la cheville (Youdas, McLean, Krause, & Hollman, 2009). Plusieurs articulations ont été analysées afin d'observer les relations entre l'amplitude du mouvement et l'entorse de la cheville, dont la rotation du fémur, les mouvements du bassin, l'inversion, l'éversion, la dorsiflexion et la flexion de la cheville, et la flexion/extension du premier métatarse (e.g.,

Hadzic, Sattler, Topole, Jarnovic, Burger, & Dervisevic, 2009 ; Hubbard & Hertel, 2006 ; Wilkstrom et al., 2009). Néanmoins, ces différentes études présentent des résultats inconsistants. Une revue systématique démontre que la dorsiflexion pourrait être un important prédicteur de l'entorse de la cheville (Noronha et al., 2006) confirmant ainsi les travaux de Pope et al. (1998) qui montrent que la probabilité de se blesser à la cheville est cinq fois plus élevée chez des recrues militaires présentant une flexion dorsale limitée. Toutefois, une étude plus récente de Noronha et al. (2012) ne confirme pas ces résultats. D'un point de vue biomécanique, la dorsiflexion jouerait un rôle majeur dans les exercices physiques, tels que le saut, la course à pied, les squats (e.g., Basnett et al., 2013 ; Youdas et al., 2009). Une réduction de cette amplitude articulaire engendrerait des compensations comme une pronation de l'articulation subtalaire créant ainsi une rotation interne du tibia, une diminution de l'activation du quadriceps, et une augmentation du travail du soléaire (Macrum, Robert Bell, Boling, Lewek, & Padua, 2012). De plus, une étude de Baumhauer, Alosa, Renström, Trevino et Beynnon (1995) montre qu'une diminution de l'éversion de l'articulation subtalaire majorerait le risque de l'entorse de la cheville.

4.6. La force musculaire

Les travaux de la littérature scientifique mettent en évidence des relations entre l'entorse de la cheville et les qualités de force (Holme, Magnusson, Becher, Bieler, Aagaard, & Kjaer, 1999 ; Konradsen, Olesen, & Hansen, 1998 ; Leanderson, Bergqvist, Rolf, Westblad, Wigelius-Roovers, & Wredmark, 1999). De plus, Willems, Witvrouw, Verstuyft, Vaes et De Clercq (2002) indiquent que lors de l'entorse latérale de la cheville, les muscles éverseurs sont chargés de contrôler l'inversion excessive et la flexion plantaire. En cas de faiblesse des muscles éverseurs, la force appliquée peut dépasser la résistance à la traction des ligaments

latéraux et produire des blessures au niveau du ligament collatéral latéral de la cheville (Willems et al., 2002). En effet, Wilkerson, Pinerola et Caturano (1997) ont démontré que la force maximale serait diminuée sur l'inversion et sur l'éversion du côté lésé sur des participants ayant subi une entorse de la cheville. Deux études ont montré une augmentation de la probabilité d'avoir une entorse de la cheville chez les sujets ayant une force asymétrique sur la flexion dorsale et l'extension plantaire de la cheville entre les deux membres inférieurs (Fousekis et al., 2012 ; Hadzic et al., 2009). En effet, une étude prospective de Fousekis et al. (2012) sur une population de Footballeurs révèle que l'association entre une asymétrie de force en excentrique entre les deux membres inférieurs en flexion et extension de la cheville, et un indice de masse corporelle supérieur à 23.1 augmenterait l'incidence des entorses de la cheville sans contact. Baker, Beynonn et Renström (1997) reportent également une relation entre une force asymétrique sur la flexion plantaire, et sur un faible ratio inversion/éversion avec le risque d'entorses de la cheville. Toutefois, ces résultats sont souvent discutés dans la littérature car plusieurs études ne confirment pas la relation entre les qualités de force et l'occurrence des entorses de la cheville (Baumhauer et al., 1995 ; Beynnon, Renström, Alosa, Baumhauer, & Vacek, 2001 ; Payne, Berg, & Latin, 1997 ; Willems, Witvrouw, Delbaere, Mahieu, De Bourdeaudhuij, & De Clercq, 2005a ; Willems, Witvrouw, Delbaere, Philippaerts, De Bourdeaudhuij, & De Clercq 2005b). Fousekis et al. (2012) expliquent que les différences sur les résultats des qualités de force seraient dues à la variation du choix méthodologique analysant, pour la plupart, des valeurs de force musculaire sur la dorsiflexion et la flexion plantaire concentriques et non en excentriques, alors que plusieurs travaux révèlent que les blessures du membre inférieur surviendraient principalement lors d'un régime de contraction musculaire excentrique (e.g., Croisier, Ganteaume, Binet, Genty, & Ferret, 2008 ; Fousekis, Tsepis, Poulmedis, Athanasopoulos, & Vagenas, 2010).

4.7. L'instabilité chronique de la cheville

Une autre variable étudiée comme étant un facteur prédictif de l'entorse de la cheville est l'instabilité chronique de la cheville qui est définie comme *une instabilité articulaire ainsi que des épisodes fréquents de déstabilisation en inversion sans atteinte capsulo-ligamentaire* (Delahunt et al., 2010). Dans la littérature scientifique, il est communément observé une distinction entre les instabilités fonctionnelles et mécaniques (Bonnel, Clavert, & Kempf, 2010). L'instabilité mécanique est caractérisée par des modifications structurales anatomiques de la tibiotalaire (i.e., dégénération tissulaire, altération de la cinématique articulaire, et laxité pathologique), alors que l'instabilité fonctionnelle concerne les composantes actives permettant de mobiliser la cheville (i.e., déficits d'acuité proprioceptive, capacité de production de force des éverseurs, contrôle neuromusculaire dynamique ; Toullec & Mabit, 2015). De plus, de nombreuses études ont démontré le caractère prédictif de l'instabilité chronique de la cheville dans la survenue de futurs traumatismes de la cheville (e.g., Hertel, 2002 ; Mandarakas, Pourkazemi, Sman, Burns, & Hiller, 2014). Cependant, Henderson (2015) ne révèle aucun effet prédictif de la mesure de l'instabilité chronique de la cheville par questionnaire dans l'occurrence de l'entorse de la cheville chez des lycéens. Bien que les prédictifs de l'entorse de la cheville soient nombreux dans la littérature scientifique, il n'existe pas de consensus établi, excepté sur le facteur de risque d'antécédents de blessure. Ces différences dans les résultats pourraient être dues aux critères méthodologiques utilisés, à la différence entre les caractéristiques des populations étudiées et à l'échantillon de personnes incluses dans ces études. Alors que certaines études se sont intéressées aux facteurs de risques de l'entorse de la cheville chez des sportifs (Smith et al., 2015), des militaires (Bastien, Moffet, Bouyer, Perron, Hébert, & Leblond, 2014), et chez des étudiants sportifs (Noronha et al., 2013), aucune étude ne porte

sur les prédictors d'entorse de la cheville chez les SP, qui est la blessure principale dans cette population.

Problématique générale

Les missions de sapeurs-pompiers sont diverses, nombreuses et dangereuses. Toutefois, et paradoxalement ce n'est pas l'activité opérationnelle qui occasionne la majorité des dommages corporels et les blessures. En effet, le rapport Pourny (2003) a permis de mettre en évidence le caractère pourvoyeur d'accidents lors de l'activité physique les jours de garde. Bien que l'activité physique semble être bénéfique et obligatoire pour accomplir les missions des SP, la blessure survient principalement pendant ces séances et la nature du traumatisme le plus retrouvé est l'entorse de la cheville. La littérature scientifique internationale fait état de nombreuses études qui traitent cette problématique chez les SP dans différents pays. Cependant, et bien que des rapports fassent état de ce phénomène en France (BND, 2014), aucune étude scientifique n'a été réalisée chez les SP français.

Depuis plusieurs années, les déterminants de l'entorse de la cheville ont été de nombreuses fois investigués (Hiller et al., 2008 ; McGuine et al., 2000 ; Noronha et al., 2013 ; Pope et al., 1998 ; Pourkazemi et al., 2014). Un des seuls prédicteurs retrouvé dans la littérature scientifique de manière consistante concerne les entorses passées de la cheville (Pourkazemi et al., 2014).

Toutefois, cette profession présente des fortes contraintes psychologiques. Même si de nombreuses études ont démontré l'influence du stress professionnel sur la santé des SP (Stanley et al., 2016), aucune étude n'a analysé le rôle des variables psychologiques (i.e., burnout) sur la blessure chez les SP français. Les études existantes se sont basées principalement sur le *Stress Injury Model* ainsi que sur la théorie de la Conservation des ressources. Ces travaux ont permis de clarifier le rôle de différents antécédents psychologiques de la blessure sportive et ont mis en relation les caractéristiques du stress avec la santé des SP (Lourel et al., 2008).

En partant du postulat que le SP est un individu mobilisant une motricité et une AP particulières à des fins professionnelles, dans des contextes à fortes demandes psychologiques, on peut penser que la survenue des blessures lors des séances d'AP pendant la garde pourrait s'expliquer par la combinaison de facteurs psychologiques et physiologiques. Ce travail doctoral défend ainsi la thèse selon laquelle il existerait des prédicteurs de la blessure chez les SP liés conjointement à des facteurs psychologiques, physiologiques, et à la pratique de l'AP sur le lieu de travail.

La défense de cette thèse est sous tendue par le questionnement multiple suivant : (a) quels sont les caractéristiques de la blessure chez les SP Français ? ; (b) dans quelle mesure l'AP contribue à l'occurrence et/ou à la prévalence des blessures des SP ? ; (c) quels sont les facteurs de risques de la blessure des SP au burnout ? ; et (d) quels sont les antécédents personnels des facteurs psychologiques prédisposant les SP au burnout ?

Ainsi, l'objectif de notre première étude est de caractériser la blessure chez les SP sur une étude rétrospective de 2009 à 2013. Nous avons émis l'hypothèse que les SP Professionnels seraient les plus touchés par les accidents de travail ; les atteintes ostéo-articulaire (entorses) seraient les blessures principalement retrouvées ; la cheville et le genou

seraient les régions anatomiques les plus touchées ; les accidents de travail causés par activité physique représenteraient une partie majeure des blessures totales recensées.

Dans le contexte sportif et professionnel, il a été démontré que le stress pourrait influencer l'occurrence des blessures. Le stress professionnel pourrait trouver son origine dans des facteurs intrinsèques et/ou des facteurs extrinsèques à l'individu (Lourel et al., 2008). Le but de la deuxième étude est d'analyser les différents prédicteurs de l'entorse de la cheville et d'examiner le rôle des risques psychosociaux dans l'occurrence des futures entorses de la cheville à travers une analyse prospective de 8 mois. Nous avons émis l'hypothèse que les prédicteurs de l'entorse de la cheville habituellement retrouvés dans la littérature tels que l'asymétrie entre les deux membres inférieurs, l'instabilité chronique de la cheville, les entorses passées, et le contrôle postural auraient un rôle dans la survenue de futures entorses de la cheville. Etant donné, les fortes contraintes psychologiques du métier de SP, nous avons émis également l'hypothèse que les risques psychosociaux (i.e., les contraintes quantitatives) influenceraient les futures entorses de la cheville.

Si de nombreuses études se sont intéressées aux relations entre les facteurs de risque contextuels et organisationnels sur la survenue des blessures dans le milieu professionnel et notamment chez les SP (Lourel et al., 2008), peu de travaux ont porté sur la contribution des facteurs psychologiques individuels. Le burnout et les stratégies pour y faire face (i.e., coping) sont aujourd'hui des enjeux de santé publique majeurs dans le milieu professionnel. La pratique de l'AP sur le lieu de travail ne tient pas toujours toutes ses promesses puisque c'est dans ce contexte que les SP se blessent le plus souvent. L'objectif de la troisième étude s'est ainsi proposé d'examiner la contribution des heures d'AP, du burnout et des stratégies de coping dans l'occurrence des blessures chez les SPP. Nous avons émis l'hypothèse que l'entorse de la cheville est la blessure qui survient majoritairement chez les SPP, que le

nombre d'AP effectué par semaine, le burnout et les stratégies de coping influenceraient la blessure chez les SP.

Enfin, bien que les traits de personnalité et les buts d'accomplissements aient été respectivement étudiés en relation avec le burnout, aucune étude à ce jour ne les a considérés conjointement. L'objet de notre quatrième étude a ainsi consisté à examiner comment les traits de personnalité sont reliés au burnout, directement et par le biais des buts d'accomplissement.

Méthodologie générale

Dans cette partie, seuls sont présentés les tests utilisés dans nos études.

1. Participants

Nos études ont été réalisées chez un échantillon de sapeurs-pompiers (SP) français faisant partie du Service Départemental d'Incendie et de Secours des Alpes-Maritimes. Les SP sont des individus sains et en bonne condition physique, des tests annuels d'indices de la condition physique étant pratiqués sur chacun d'entre eux. Deux jours précédents les tests, les SP devaient éviter de pratiquer une activité intense. Toutes les études ont été effectuées les jours de garde, et plus particulièrement le matin afin d'éviter un effet cumulatif de la fatigue liée à l'activité professionnelle (Tableau 1). Nous avons utilisé le même échantillon dans les études 3 et 4.

	N
Etude 1	4603
Etude 2	39
Etude 3	220
Etude 4	220

Tableau 1. Nombre de participants dans les différentes études

2. Outils de mesure

2.1 *Star Excursion Balance Test (SEBT)*

Initialement utilisé comme un outil de réhabilitation par Gray (1995), le SEBT permet d'évaluer le contrôle postural en dynamique (Hertel, Miller, & Denegar, 2000), de prédire les blessures du membre inférieur (Plisky et al., 2006), et de détecter des différences chez les populations blessées (Hertel et al., 2006). Ce test consiste à garder l'équilibre en appui unilatéral et à toucher avec l'autre pied la distance maximale sur 8 directions pré établies. Chaque direction démarre tous les 45°, et part d'un centre commun. Toutes les directions permettent des mouvements dans les plans frontal, sagittal et transversal. On retrouve alors des directions nommées antérieure (A), antéro-médiale (AM), antéro-latérale (AL), latérale (L), médiale (M), postérieure (P), postéro-médiale (PM), postéro-latérale (PL). Dans le cas où l'individu prend appui sur le sol, décale ou effectue une flexion plantaire avec son pied d'appui, ou perd l'équilibre sur le retour en position initiale, l'essai n'est pas validé. Kinzey et Armstrong (1998), sont les premiers auteurs à publier sur la reproductibilité de ce test. Le coefficient de corrélation intra-classe (ICC) obtenu pour les différentes directions était

compris entre 0,67 et 0,82. Plus récemment, Robinson et Gribble (2008) recommandent seulement 4 essais dans chaque direction contrairement à des travaux précédents qui préconisaient 6 essais (Hertel et al., 2000). Par la suite, une étude de Hertel et al. (2006) a démontré une redondance entre les 8 directions conduisant à une réduction du nombre de directions à 3 (Figure 6), en maintenant seulement les directions antérieure (photo a), postéro-latérale (photo b) et postéro-médiale (photo c) au pied d'appui (*Y Balance Test*).



Figure 6. Différentes directions du *Y balance test*

Dans le cadre de l'étude 2, la version proposée par Plisky et al. (2006) avec le *Y Balance Test* a donc été l'outil de mesure choisi. Son indice de reproductibilité selon les coefficients de corrélation intra-classe varie entre 0,85 et 0,89 en fonction des directions et la fiabilité en test/re-test est établie entre 0,97 et 1,00 (Plisky et al., 2006). La distance obtenue a été normalisée par la longueur du membre inférieur allant de l'épine iliaque antérieure supérieure à la malléole interne. Les participants ont réalisé le Y balance test en utilisant le kit (Move2Perform, Evansville, IN, USA), qui comporte trois tubes gradués en centimètres sur lesquels coulissent une plateforme servant à rapporter la distance obtenue. Les participants placent le membre inférieur testé sur la plateforme centrale et les mains sur les hanches. Par la suite, les participants doivent pousser aussi loin que possible avec le bout des orteils la plateforme afin d'obtenir une distance en centimètres et sans décoller le talon de la plateforme centrale.

2.2 *Weight Bearing Lunge Test (WBLT)*

Dans le cadre de l'étude 2, le WBLT a été utilisé afin d'analyser l'amplitude articulaire de la dorsiflexion de la cheville (Figure 7).

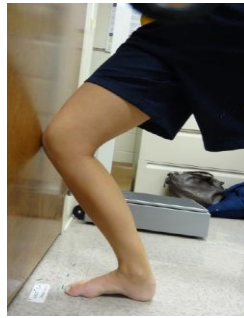


Figure 7. *Weight Bearing Lunge Test*

En effet, Pope et al. (1998) ont identifié qu'une faible amplitude articulaire sur la dorsiflexion mesurée sur le WBLT pourrait être un facteur de risque d'entorse de la cheville. Par la suite, plusieurs études se sont servies de ce test pour analyser l'amplitude de la cheville (e.g., Kang et al., 2015 ; Rabin, Kozol, Spitzer, & Finestone, 2015) et différentes techniques d'investigation sont présentes dans la littérature (Powden, Hoch, & Hoch, 2015). Plus précisément, des études antérieures utilisent les outils suivants : (a) un inclinomètre (e.g., Konor et al., 2012 ; Rabin & Kozol, 2012), (b) une mesure de distance entre l'hallux et le mur à l'aide d'un mètre ruban (Hoch & McKeon, 2011), (c) un goniomètre traditionnel, (d) un goniomètre digital tel que « *Tiltmeter* » (Williams, Caserta, & Haines, 2013). Malgré ces différences de procédures, Powden et al. (2015) indiquent que les nombreuses techniques de mesures ne semblent pas affecter la fiabilité de ce test. Avec un goniomètre digital, l'outil de mesure est placé sous la tubérosité tibiale antérieure afin de mesurer en degrés l'amplitude articulaire de la dorsiflexion de la cheville. Toutefois, indépendamment de la procédure utilisée, le WBLT consiste à laisser le pied en appui sur le sol sans perte de contact entre le

talon et le sol et le tibia vient se déplacer sur le talus jusqu'à amplitude complète (Bennell et al., 1998). De plus, les travaux de Hoch et al. (2011) montrent des corrélations entre la direction antérieure du SEBT et le WBLT.

2.3 Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)

Selon le consortium international de la cheville, le CAIT fait partie des critères d'inclusions pour valider les conditions d'instabilité chronique de la cheville chez un patient (Gribble et al., 2014). Ce questionnaire auto-rapporté fait partie des plus utilisés pour mesurer l'instabilité chronique de la cheville (Hiller, Refshauge, Bundy, Herbert, & Kilbreath, 2006). Le CAIT est composé de 9 items, dont le score sur 30 points permet de comparer les deux chevilles. De plus, sa validité et sa fiabilité ont également été analysées (ICC = 0,96). Hiller et al. (2006) démontrent que les sujets ayant un score inférieur à 27 seraient susceptibles de présenter une instabilité chronique de la cheville. Néanmoins, le seuil du score fut de nombreuses fois discuté dans la littérature. En effet, l'« *International ankle consortium* » réduit ce seuil à < 24 (Gribble et al., 2014) et récemment Wright, Arnold, Ross et Linens (2014) ont réajusté ce seuil à 25.

Cependant même s'il existe de nombreuses études sur l'instabilité de la cheville, il n'existe pas de questionnaire traduit et validé en français concernant le CAIT. Toutefois, une version non validée du CAIT à été retrouvée dans le cadre d'un diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute (Bardot-Brard, 2013-2014). Nous avons réalisé une analyse confirmatoire factorielle avec AMOS 21.0 (Arbuckle, 2006) afin de tester la structure factorielle de l'échelle. Ce modèle présente de bon indice d'ajustement [$\chi^2(113) = 220.3, p = .11, N = 39, NNFI = .85, CFI = .87, RMSEA = .09, CI RMSEA = .064 / .089$]. De plus, chaque sous échelle présente une bonne fiabilité ($\alpha_{CAIT\ gauche} = .74, \alpha_{Cait\ droite} = .78$).

2.4 Stabilométrie

Dans le cadre de l'étude 2, nous avons utilisé une plateforme de force afin de réaliser une évaluation des troubles de l'équilibre en condition orthostatique. Plusieurs conditions d'expérimentations ont été effectuées sur une plateforme mono-plateau : (a) bipodal yeux ouverts ; (b) bipodal yeux fermés ; (c) unipodal yeux ouverts ; (d) unipodal yeux fermés. Lors des tests unilatéraux, le sujet gardait le membre inférieur non analysé le long de l'autre sans le toucher en effectuant une légère flexion du genou. De plus, une cible à la hauteur des yeux de chaque individu était mise en place pour chaque test.

Les mesures de posturographie permettent d'analyser les différents systèmes de régulation d'un sujet pour maintenir une position d'équilibre. La plateforme contribue à analyser la projection du centre de pression podale des individus en effectuant plusieurs fois par seconde une analyse du parcours établi. Ce dernier permet le calcul de plusieurs variables normalisées telles que la longueur, la surface ou encore l'amplitude renseignant sur la capacité d'un individu à maintenir son équilibre orthostatique. Ces différents paramètres ont été analysés afin de rechercher l'influence de l'équilibre postural sur la survenue d'entorses de la cheville. Plusieurs études se sont intéressées à l'équilibre postural comme facteur de risque d'entorses de la cheville (e.g., McGuine et al., 2006 ; Watson & Clark, 1999).

2^{ème} Partie : ETUDES EMPIRIQUES

ETUDE 1-Epidemiology of French Firefighter's Injuries: a 5-Year Retrospective Study

Cet article va faire l'objet d'une soumission :

Vaulerin, J., d'Arripe-Longueville, F., Emile, M., & Colson, S. S., Epidemiology of French firefighter's injuries: a retrospective study from 2009 to 2013

Abstract

The aim of this study was to characterize work-related injuries in a sample of French firefighters over a 5-year retrospective study. 1307 career firefighters, 2808 volunteer firefighters and 488 technical and administrative employees were included. The findings showed that Career firefighters have the highest values injuries, the age categories 30-34 and 35-39 years more likely to be injured compared to other employees. Furthermore, the percentage of injuries induced by physical exercise corresponded to $39 \pm 4.5\%$ of the total amount of injuries. Mainly injuries types were musculoskeletal injury and were located ankle and knee. The outcomes of this study expand our understanding of injuries encountered by French firefighters during duty day. Overall, these findings has provided a new insight into injury epidemiology in French firefighters

Key words: Firefighters, physical exercise, musculoskeletal injury, ankle, knee

Introduction

Firefighting is a hazardous job with important physical demands, shift work, mental constraints (Gledhill & Jamnik, 1992). In France, firefighting workforce comprised professional (40,800), volunteer (193,800) and military firefighters (12,300). According to a national report in 2014, the French firefighters performed an average 4,294,400 missions including 270,900 firefighting, 279,500 motor vehicle accident rescue, 3,248,500 emergency medical service, which are known to exhibit a higher injury rate than those of the fire services (Maguire et al., 2005), and 443,300 various operation, such as (e.g., animal capture; unlock people in an elevator). All these missions represented 11,769 operations per day meaning that an event occurred every 7.3 seconds. Thereby, due to their duties, firefighters have a high rate risk of injuries in comparison with other occupations (Bos, Mol, Visser, Frings-Dresen, 2004).

Firefighter's injuries generate important financial and human costs (Griffin et al., 2015). Many studies have examined the nature and the location of injuries in firefighters from different countries such as the United States (Britton, Lynch, Ramirez, Torner, Buresh, & Peek-Asa, 2013; Poplin, Harris, Pollack, Peate, & Burgess, 2011), Canada (Frost, Beach, Callaghan, & McGill, 2015), Australia (Taylor, Dodd, Taylor, & Donohoe, 2015) or Greece (Katsavouni, Bebetos, Antoniou, Malliou, & Beneka, 2014). Whatever the country considered, the most common injuries reported were sprains or strains (Griffin et al., 2015; Jahnke, Poston, & Haddock, 2013b) and mainly affected the lower limbs (Vaulerin, d'Arripe-Longueville, Emile, & Colson, 2016). In France, injuries to firefighters have been reported briefly in a national report from the Department of Public Safety (Pourny, 2003) and in recent statistics provided by the national databank (2013). Nevertheless, even though these national reports indicated that ankle and knee sprains were the most encountered injuries by firefighters, no study specifically analysed these injuries over several years. These report also

indicated that injuries occurred during mandatory physical exercise sessions. Indeed, to cope with their different tasks and missions, French firefighters' duty time includes various "fit-for-duty" mandatory sessions, as previously reported as well for other countries (Smith, 2011). The aims of this physical exercise is to improve/maintain cardiorespiratory capacity, muscular strength, flexibility, overall body composition (McDonough, Phillips, & Twilbeck, 2015) and to prevent injuries (Smith, 2011). Surprisingly, many worldwide studies have shown that injuries also occur during these sessions of physical exercise (Jahnke et al., 2013a; Poplin et al., 2011). Unfortunately, our knowledge regarding the epidemiology of professional French firefighters is scarce.

Therefore, the aim of this study was to characterize work-related injuries in a sample of French firefighters over a 5-year retrospective study. We hypothesized that (a) career firefighters was predominant injured compared to volunteer firefighters; (b) the most affected age group was 30-40 years (c) injuries mainly was located on lower limb and the nature was a sprain; (d) injuries mainly occurred during physical exercise.

Methods

Setting and population

This study was designed to retrospectively explore a cohort of firefighters in a Fire Department and Rescue Service of the South of France (i.e., the "Service Départemental d'Incendie et de Secours des Alpes Maritimes; SDIS 06). The SDIS 06 covers an area of 4294 km², with 1,087,863 residents. We have conducted a retrospective study to assess the impact of trauma pathology that occurs during work duties over 5 years from 2009 to 2013.

Injury database

Data for this analysis were extracted from the injury database of the SDIS 06. In France, fire and rescue services are composed by career firefighters, technical and

administrative employees and volunteer firefighters that can be called for guards or emergencies. Also, in French, only volunteer firefighters are working in small villages were All employees hired by the SDIS 06 who suffer from illness, encounter an injury or undergo an incident during working hours (e.g., at worksite, during firefighting, during emergencies, during physical activity sessions, during transit...) are required to report to their hierarchical supervisor. This mean that any event related to the occupational activity of the SDIS 06 employees was registered in the database. Each event is recorded in the database (Prorisq, V7 R1.10) according to the Fonds National de Prévention (FNP) rules aimed at collecting and producing statistics in job-related incidents and illnesses. Through a specific agreement between our laboratory and the SDIS 06, the history of all events reported in the database over a 6-year period from 2008 through 2013 was obtained. Injury database contained information about the firefighters (e.g., demographic variables and employment details). Identifying information of the employees by the authors was removed from the database prior to the analyses. The research procedure was approved by the University of Nice Sophia-Antipolis research ethics board.

Data Analysis.

The age groups distribution was observed in terms of employment performed in the SDIS 06 (i.e., career firefighters, volunteer firefighters, technical and administrative employees). The number of injury per age category was noted and the total number of injuries for career and volunteer firefighters as well as technical and administrative employees was identified. Due to wide variations in employee numbers across countries and occupations, it is usual routine to normalize injury counts to the number of fulltime employees (FTE). For this study, the normalization was performed for the career firefighters, volunteer firefighters as well as technical and administrative employees, and referenced to a 1000 FTE. Although all injuries were analyzed, a special attention was paid on musculoskeletal injuries sustained

during physical exercise by career firefighters. For these injuries, the database (Prorisq, V7 R1.10) allows determination of the musculoskeletal injury type (e.g., sprains, tendinitis or muscle strains) and its location (e.g., ankle, knee, back or elbow). The injuries were classified according to the affected anatomical region and type of injury (i.e., self-reported muscle, tendon, bone, joint, and/or micro trauma).

Results

Age distributions

Within the 5-year period investigated (2009 to 2013), the total number of employees analyzed was 6535 for career firefighters, 14,041 volunteer firefighters as and 2240 technical and administrative employees. The number of employees remained stable over the period resulting in an average of 1307 career firefighters (96.6% male and 4.4 female), 2808 volunteer firefighters (83.4% male and 16.6 female) and 488 technical and administrative employees (49.9% male and 50.1 female) per year. Figure 1 displays the average number of employee (left panel) and the relative percentage of employees (right panel) in the different age groups categories for career, volunteer firefighters and technical and administrative employees.

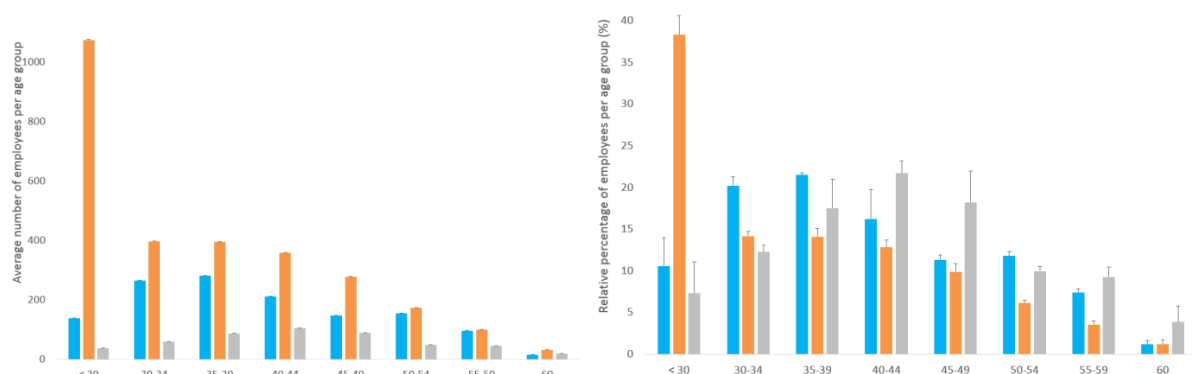


Figure 1. Average number and relative percentage (mean \pm standard deviation) of employees per age group categories (blue bars: career firefighters; orange bars: volunteer firefighters; grey bars: technical and administrative employees)

Injury Occurrence

Over the 5-year period investigated (2009 to 2013), firefighters experienced 2165 injuries the total number of injury was 6535 for career firefighters, 14,041 for volunteer firefighters and 2240 for technical and administrative employees. The evolution of the absolute total number of injuries (data not shown) and the annual injury count per 1,000 FTE (Figure 2) are superimposed.

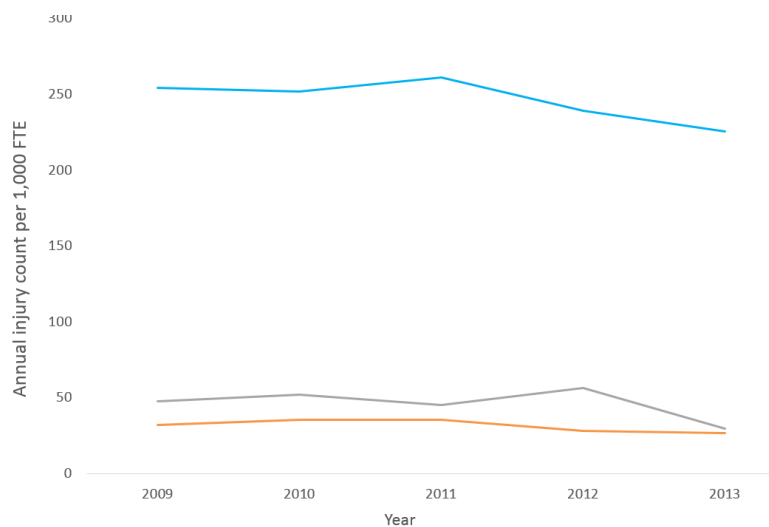


Figure 2. Annual total injury count normalized per 1,000 FTE (blue line: career firefighters; orange line: volunteer firefighters; grey line: technical and administrative employees)

Career firefighters have the highest values (i.e., higher risk of injury) compared to volunteer firefighters and for technical and administrative employees. However, reporting

values per 1,000 FTE showed that technical and administrative employees are more likely to sustain an injury compared to volunteer firefighters.

The average number of injuries occurring through the different age categories demonstrated that most of injuries were sustained by both the 30-34 (107 ± 18.5 ; mean \pm standard deviation) and 35-39 years (97 ± 4.1 ; mean \pm standard deviation) age groups (Figure 3). Besides, the distribution of number of injuries was highly correlated ($r = 0.85$) with the distribution of the employee age groups categories.

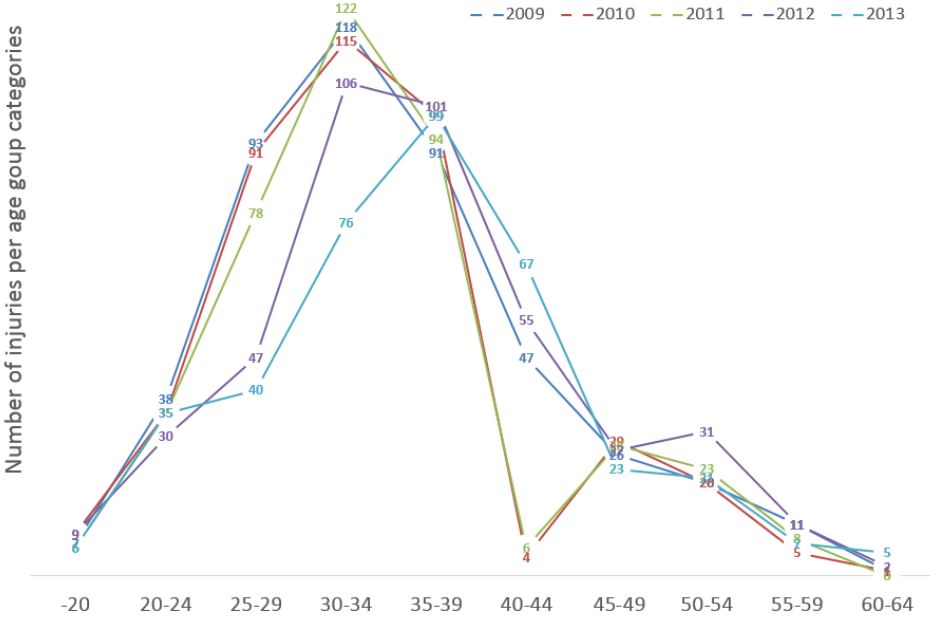


Figure 3. Number of injuries per age group categories of the screened period

Physical exercise injuries

Another interesting finding is related to the total amount of injuries occurring during physical exercise. Over the 5-year period, the percentage of injuries induced by physical exercise corresponded to $39 \pm 4.5\%$ of the total amount of injuries. More specifically, injuries occurring during the mandatory sessions physical exercise ranged from

32% in 2009 to 41% in 2013 for career firefighters. Hence, the analysis revealed that $88 \pm 4.5\%$ of physical exercise injuries were sustained by career firefighters.

Analysis of the data revealed that sprains were the most frequently reported musculoskeletal injury (Table 1).

Year	Sprains	Bruises	Low back pain	Hernia	Muscle strains	Fracture	Others
2009	188	119	3	4	6	31	101
2010	222	117	6	2	5	24	76
2011	252	89	6	1	12	22	80
2012	148	80	14	5	74	30	69
2013	125	85	14	8	49	18	80

Table 1. Type of injuries (number) per year

The ankle was the most frequent site for injury, following by the knee and lower back (Table 2).

Year	Ankle	Knee	Lower back	Thigh	Shoulder	Others
2009	67	56	41	22	21	245
2010	91	56	48	15	27	215
2011	92	54	48	18	23	227
2012	73	53	43	21	19	211
2013	68	48	41	19	10	193

Table 2. Location of injuries (number) per year

Discussion

The aim of this study was to retrospectively characterize the work-related injuries in French firefighters from 2009 to 2013. This analysis was based upon the report of department of public Safety (Pourny, 2003) and previous investigation (Poplin et al., 2011). Important outcomes arose from this investigation. First, in France, the number of volunteer firefighters is more important than the number of career firefighters. Second, career firefighters are more likely to sustain an injury in comparison to volunteer firefighters and technical and administrative employees, with age categories from 30-39 years displaying the highest rates. Third, more than one third of the injuries occurred during mandatory physical exercises sessions. Fourth, the main injury type was sprain followed by bruises accounting for 42% and 23% of the total amount of injuries, respectively. Fifth, the lower limb (35% of all injuries), with the ankle followed by the knee was the most frequently injured body location.

This study revealed that volunteer firefighters (< 30 years) are more represented in the SDIS 06. This result can be easily explained by the fact that, in France, the majority firefighters began as volunteer when they are young in order to discover firefighting occupation but also to participate in rescue and emergency missions in villages far from bigger cities. Also, it can be noticed that the proportion of female is low in career firefighters (< 5%) as well as volunteer firefighters compared to technical and administrative employees where half of them are women. Through ages, the relative proportion of career firefighters peaked between 30-39 years while it decreased afterwards. In contrary, the highest proportion of technical and administrative employees is found between 35-45 years.

We found here that the age group more prone to sustain an injury is 30-39 years. This observation slightly differs from previous results in Australian firefighters where the age group of 40-50 years had the highest number of injuries over a 10-year period (Taylor et al., 2015). When expressed as annual injury count per 1,000 FTE, these authors shown that the

age group at higher risk was below 30 years. Here, the annual injury count per 1,000 FTE for each age group could not be extracted from the database. Besides, duties between French and Australian firefighters might differ which makes direct comparison hazardous. However, we observed that the annual injury count per 1,000 FTE of our career French firefighters was greater (e.g., from 225 to 260) while it barely exceeded 200 in Australian firefighters. Therefore, it seems that French firefighters have a higher risk of injury even though duties between countries could differ. Another result, consistent with the literature, is the decline of the number of injuries along with the decline in age as attested by the strong correlation between those parameters.

We also hypothesized that career firefighters would be predominantly injured compared to volunteer firefighters. Our results, indeed, enriched the literature showing that career firefighters are more prone to occur injuries in comparison to volunteer firefighters. This outcome could be partly explained by the time spent on duties. In average, career firefighters have 100 guards of 24 hours per year while volunteer firefighters work either when they are available according to their respective professional activity or during emergency calls in small villages. Hence, exposure time could be one of the major cause of injuries. This suggestion is further reinforced by the results observed between volunteer firefighters and technical and administrative employees, with the latter have a greater annual injury count per 1,000 FTE, even though they are not involved in emergency and rescue missions. Therefore, the cause of French firefighters' injuries may not completely relate to the dangerousness of this occupation.

In fact, our outcomes revealed that work-related injuries are of multiple factors and the primary incidence was observed during physical exercise. These findings confirmed a previous study among American Firefighters (Poplin et al., 2011). This observation is paradoxical that physical exercise, used to improve physical capacities, is considered as a

protective factor (Polpin Roe, Peate, Harris, & Burgess, 2014). For example, Poplin, Roe, Burgess, Peate and Harris (2015) showed that firefighters with a higher aerobic capacity were less likely to sustain an injury. Even if the aim of physical exercise is to improve health and fitness for duty missions (Rhea, Alvar, & Gray, 2004), it remains a high main incidence of injuries in several countries (Szubert & Sobala, 2002; Janhke et al., 2013a, 2013b). An explication could be caused by the types (e.g., running, soccer, circuit training, weight lifting) and hours of exercise practiced during day guards (Almeida, Trone, Leone, Shaffer, Patheal, & Long, 1999). Also, the volume of physical exercise could have a key role in injury occurrence (Orr, Pope, Coyle, & Johnston, 2015), as well as the overall amount of physical exercise, emergency and rescue missions (Bos et al., 2004) and specific occupational exercises leading to fatigue (Bouzigon, Ravier, Paulin, & Grappe, 2015). Therefore, physical exercise has to be considered as a major risk factor in firefighters.

In line with our hypothesis, and according to a previous national report (Pourny, 2003) and recent statistics provided by the national databank (2013) we found that sprain was the major type of injury. This result is consistent with the previous studies which revealed that sprain and strain represented 66.5% of all injuries in Australian Firefighters (Taylor et al., 2015) and accounted for 67.1% of injuries in United states firefighters (Poplin et al., 2011). Also, the main injuries occurred at the ankle joint. Again this observation is in agreement with the existing literature (Walston et al., 2003).

The first limitation of this study was directly related to the items recorded in the injury database. Improved injury surveillance system in accordance with the definition and classification of injuries may lead to different outcomes. Limitations to the current study include the use of self-reported injury data which could decrease injuries numbers (Kendzierski, 1990). In addition, this analysis is restricted to a SDIS and a national survey would extend our knowledge of injuries in French firefighters.

Conclusion

Our research has provided a new insight into injury epidemiology in French firefighters. This study that major injuries were ankle sprains and mainly occurred during physical exercise especially in career firefighters. The identification of the underlying mechanisms of ankle sprains in firefighter has to be investigated in order to enhance the prevention strategies and decrease this injury occurrence. For example, analysis of intrinsic and extrinsic risk factors (Edouard et al., 2016; van Mechelen, Hlobil, & Kemper, 1992) would participate to the understanding of the respective role of physical and psychosocial work-related parameters in injuries occurrence.

References

- Almeida, S. A., Trone, D. W., Leone, D. M., Shaffer, R. A., Patheal, S. L., & Long, K. (1999). Gender differences in musculoskeletal injury rates: a function of symptom reporting?. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *31*(12), 1807-1812.
- Bos, J., Mol, E., Visser, B., Frings-Dresen, M. (2004). The physical demands upon (Dutch) fire-fighters in relation to the maximum acceptable energetic workload. *Ergonomics* *47*(4), 446-460. doi :10.1080/00140130310001643283
- Bouzigon, R., Ravier, G., Paulin, P., & Grappe, F. (2015). The use of two different methods of workload quantification in firefighters. *Science & Sports*, *30*(3), 169-172. doi : 10.1016/j.scispo.2015.03.004
- Britton, C., Lynch, C. F., Ramirez, M., Torner, J., Buresh, C., & Peek-Asa, C. (2013). Epidemiology of injuries to wildland firefighters. *The American journal of emergency medicine*, *31*(2), 339-345.
- Edouard, P., Serra, J. M., Cugy, E., Morel, N., Hertert, P., Dolin, R., ... & Depiesse, F. (2016). Prévention des blessures en athlétisme: démarche scientifique par application du modèle de van Mechelen en quatre étapes. *Journal de Traumatologie du Sport*, *33*(1), 34-42.
- Frost, D. M., Beach, T. A., Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (2015). Exercise-based performance enhancement and injury prevention for firefighters: Contrasting the fitness-and movement-related adaptations to two training methodologies. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *29*(9), 2441-2459. doi: 10.1519/JSC.0000000000000923.
- Gledhill, N., Jamnik, V.K., 1992. Characterization of the physical demands of firefighting. *Canadian Journal of Sport Science*, *17*(3), 207-213.
- Griffin, S. C., Regan, T. L., Harber, P., Lutz, E. A., Hu, C., Peate, W. F., & Burgess, J. L.

- (2016). Evaluation of a fitness intervention for new firefighters: injury reduction and economic benefits. *Injury Prevention*, 22(3), 181-188. doi : 10.1136/injuryprev-2015-041785
- Jahnke, S. A., Poston, W. S. C., Haddock, C. K., & Jitnarin, N. (2013a). Injury among a population based sample of career firefighters in the central USA. *Injury Prevention*, 19(6), 393-398. doi:10.1136/injuryprev-2012-040662
- Jahnke, S. A., Poston, W. S. C., & Haddock, C. K. (2013b). Obesity and incident injury among career firefighters in the central United States. *Obesity*, 21(8), 1505-1508. doi:10.1002/oby.20436
- Katsavouni, F., Bebetos, E., Antoniou, P., Malliou, P., & Beneka, A. (2014). Work-related risk factors for low back pain in firefighters. Is exercise helpful?. *Sport Sciences for Health*, 10(1), 17-22. doi: 10.1007/s11332-013-0167-4
- Kendzierski, D., 1990. Exercise self-schemata: cognitive and behavioral correlates. *Health Psychological*, 9(1), 69e82. <http://dx.doi.org/10.1037/0278-6133.9.1.69>.
- Maguire, B. J., Hunting, K. L., Guidotti, T. L., Smith, G. S. (2005). Occupational injuries among emergency medical services personnel. *Prehospitalisation. Emergency Care*, 9(4), 405-411. doi.org/10.1080/10903120500255065.
- McDonough, S. L., Phillips, J. S., & Twilbeck, T. J. (2015). Determining best practices to reduce occupational health risks in firefighters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 2041-2044. doi: 10.1519/JSC.0000000000000839
- Orr, R. M., Pope, R., Coyle, J., & Johnston, V. (2015). Occupational loads carried by Australian soldiers on military operations. *Journal of Health Safety and Environment*, 31(1), 451-67.
- Poplin, G. S., Harris, R. B., Pollack, K. M., Peate, W. F., & Burgess, J. L. (2011). Beyond the fireground: injuries in the fire service. *Injury Prevention*, injuryprev-2011. doi:

10.1136/injuryprev-2011-040149

- Poplin, G. S., Roe, D. J., Burgess, J. L., Peate, W. F., & Harris, R. B. (2015). Fire fit: assessing comprehensive fitness and injury risk in the fire service. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, doi: 10.1007/s00420-015-1068-4.
- Poplin, G. S., Roe, D. J., Peate, W., Harris, R. B., & Burgess, J. L. (2014). The association of aerobic fitness with injuries in the fire service. *American Journal of Epidemiology*, 179, 149-155. doi: 10.1093/aje/kwt213
- Pourny, C., (2003). Rapport général de mission sur la sécurité des pompiers en intervention. Paris (France), Ministère de l'Intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales 2003.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., & Gray, R. (2004). Physical fitness and job performance of firefighters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(2), 348-352.
- Szubert, Z., & Sobala, W. (2002). Work-related injuries among firefighters: sites and circumstances of their occurrence. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 15(1), 49-55.
- Smith, D. L. (2011). Firefighter fitness: improving performance and preventing injuries and fatalities. *Current Sports Medicine Reports*, 10(3), 167-172.
- Taylor, N. A., Dodd, M. J., Taylor, E. A., & Donohoe, A. M. (2015). A retrospective evaluation of injuries to Australian urban firefighters (2003 to 2012): injury types, locations, and causal mechanisms. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 57(7), 757-764. doi: 10.1097/JOM.0000000000000438.
- van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sports Medicine*, 14(2), 82-99.
- Vaulerin, J., d'Arripe-Longueville, F., Emile, M., & Colson, S. S. (2016). Physical exercise

and burnout facets predict injuries in a population-based sample of French career firefighters. *Applied ergonomics*, 54, 131-135. doi : 10.1016/j.apergo.2015.12.007.

Synthèse de l'étude 1

L'objectif de cette étude rétrospective était de caractériser les blessures chez les SP dans le SDIS 06. Plus précisément, nous avons examiné 4603 employés du SDIS 06 dont, 1307 SPP, 2808 SPV et 488 personnels techniques administratifs. Les variables mesurées étaient : (a) la répartition des tranches d'âges en fonction de l'emploi ; (b) la moyenne de tranche d'âge par rapport aux blessures ; (c) les différences du nombre de blessures par rapport aux emplois exercés ; (d) le nombre total de blessures ; (e) la répartition des blessures liées à l'activité physique chez les SPP ; (f) la localisation des blessures ; (g) et la nature des blessures.

Les résultats révèlent que les SPV âgés de moins de 30 ans sont les plus représentés dans la population étudiée. L'activité physique représente 39% des accidents de travail, et la tranche d'âge la plus touchée par les blessures est celle des 30-39 ans. Les SPP étaient les plus à risque de se blesser par rapport aux autres employés, et ont recensé 88% de leurs blessures pendant les heures de pratique de l'AP. De plus, on retrouve que le type de blessure le plus fréquemment identifié est l'entorse, et la région anatomique la plus atteinte est la cheville.

Nos résultats confirment la littérature scientifique et révèlent que la pratique de l'activité physique est l'une des causes majeures de l'occurrence des entorses de la cheville chez les SP. Néanmoins, cette étude comporte plusieurs limites inhérentes aux outils de mesure utilisés. En effet, la définition de la blessure n'a pas été enregistrée avec ses circonstances permettant d'éclaircir le contexte favorable à une blessure. Cet échantillon représente seulement un SDIS 06 et ne permet pas totalement de généraliser nos résultats à

l'ensemble des SDIS de l'hexagone, même si plusieurs rapports incluant différents SDIS tendent à corroborer nos observations. De plus, il serait intéressant de quantifier l'activité physique pour d'observer son rôle dans la survenue des blessures. Ainsi, le rôle de l'étude 2 est d'examiner les facteurs de risque de l'entorse de la cheville.

ETUDE 2- Risk factors associated with ankle sprains in a sample of French firefighters: A prospective study

Cet article fera l'objet d'une soumission :

Vaulerin, J., Chorin, F, Emile, M., d'Arripe-Longueville, F., & Colson, S. S. (2016). Risk factors associated with ankle sprains in a sample of French firefighters: A prospective study.

Abstract

This study examined whether intrinsic risk factors and work-related environment influence the ankle sprain in firefighters in 8 months. Thirty-nine firefighters from 25 to 45 years old ($M_{\text{age}} = 34.5$ years; $SD = 4.9$) performed the Lower Quarter Y-Balance Test (YBT-LQ), the Weight Bearing Lunge Test (WBLT), anthropometric measures, and postural stability. Furthermore, firefighters answered questionnaires measuring chronic ankle instability (CAIT), previous injuries, and perceived (COPSOQ II). The findings showed a significant difference between injured firefighters and uninjured counterparts on the YBT-LQ, WBLT, CAIT and specific dimensions of the COPSOQ II. Specifically our results revealed that asymmetry greater than 4 cm and 3 cm in the anterior and posterior directions of the YBT-LQ, WBLT asymmetry greater than 3 cm, and work-related quantitative demands (COPSOQ II) were predictors of ankle sprains. The outcomes of this study expand our understanding of predictors of the major trauma encountered by French firefighters during mandatory sessions of physical exercise. Overall, these findings provide evidence that a combination of intrinsic and extrinsic factors contribute to ankle sprains.

Key words: firefighters, ankle sprains, Y balance test, dorsiflexion, psychological risks

Introduction

To cope with their occupational duties and for health purposes, firefighters regularly perform physical exercise. Although firefighters are free to exercise during rest days, mandatory physical exercise sessions are also planned during duty days. These sessions are deemed important to maintain physical fitness, prevent cardiovascular incidents (1,2) and to prevent occupational injuries (1,3). Nevertheless, there is evidence that physical exercise may lead to injuries (1,4,5); (6). Among these injuries, musculoskeletal harm such as sprains and strains were often reported with an important occurrence of ankle sprains (1,6). However, the risk factors that are associated with ankle sprain in firefighters have not been thoroughly investigated.

In the literature, given the important number of intrinsic and extrinsic factors to consider and the different methodological approaches used, risk factors of ankle sprain are still debated (7). Among intrinsic factors, many studies have highlighted that an history of a previous sprain was often reported as the most important risk factor (8,9). Along with a previous systematic review (10), a recent systematic review with meta-analysis also revealed that high postural sway or poor balance were predictors of ankle sprain (11). These observations are emphasized by the results obtained during dynamic balance testing such as Star Excursion Balance Test (SEBT) or the newly developed Lower Quarter Y-Balance Test (YBT-LQ) (12) showing that lower performance on these tests increase the odds of sustaining an ankle sprain (9); (13). Although debated in the literature, limited dorsiflexion range of motion was previously proposed as a potential contributor for ankle sprains, which is further reinforced by the strong relation that exists between SEBT performance and (14) dorsiflexion range of motion (15,16). Furthermore, it has been recently observed that asymmetry in dorsiflexion range of motion contributed to musculoskeletal injuries in US army rangers (17).

Therefore, identifying the risk factors of ankle sprain in firefighters is of importance to develop workplace injury management and implement targeted prevention programs.

Besides intrinsic factors, firefighters' injuries could be related to extrinsic factors (i.e., work-related environment), due to both the organizational characteristics of the work activity and the important amount of stress encountered during missions. In France, firefighters' duties also include emergency medical services which are considered as an extremely hazardous and stressful occupation. Indeed, post-traumatic stress disorders are more prevalent in rescue personnel and firefighters compared to the general population (18). Therefore, the psychosocial work environment of firefighters has to be considered when investigating injury risk factors. According to a recent systematic review (19), psychosocial risks include occupational risks (i.e., work-related environment) which affect physical and mental health of employees and could create stress. A common model used for examining work-related psychosocial factors linked to occupational stress is the demand-control-support model (20). According to this model, stress occurs in employees facing high psychological workload demands or pressure combined with low control or decision latitude in meeting those demands. High workload was identified as one of the most frequent and severe stressors among Norwegian ambulance personnel (21). Also, previous studies showed that health professionals are exposed to a variety of stressors at work, such as heavy workload, emotional reactions due to exposure to the suffering of dying patients (22). Surprisingly, little is known about the influence of psychosocial work environment of firefighters in injury occurrence. Although it is well acknowledged that compulsory physical exercise is the main component of workplace accidents (1,4–6), no study has yet explored prospectively the combined influence of intrinsic and extrinsic risk factors on the occurrence of ankle sprains in firefighters.

Therefore, the aims of the present study were twofold: (a) to investigate the intrinsic predictors of ankle sprain in firefighters, and (b) to examine the relationship between

psychosocial risk factors and the occurrence of ankle sprain. We hypothesized that dorsiflexion range of motion asymmetry, performance asymmetry between lower limbs in the YBT-LQ, chronic ankle instability, history of sprains and psychosocial work environment would predict ankle sprains.

Method

Study design and participants

This study was designed to prospectively explore a cohort of firefighters in a Fire Department and Rescue Service of the South of France. Out of 45 eligible professional male firefighters contacted and informed about the purpose and procedures, 39 experienced firefighters aged from 25 to 45 years old (years of service 10.96 ± 5.9 years; age 34.5 ± 4.9 years; height 179.3 ± 6.2 cm; body mass 77.2 ± 6.5 kg) volunteered to participate. The participants met the following inclusion criteria: (a) on-duty, (b) in the operational section, and (c) present throughout the entire assessment session (i.e., not called out on a professional mission). The exclusion criteria were: (a) operationally unfit and (b) status of fire chief or other officer. The research procedures were approved by the local ethical board and conformed to the Declaration of Helsinki. After being informed about the benefits and risks of the procedures and the screening process, written informed consent was obtained from all participants. Firefighters' ankle sprains were surveyed over a 8-months period (from September to April).

Measures

Injuries. The participants were asked to report the number of previous injuries they had experienced over the last year. The questionnaires were developed using information from Department of Public Safety. Questions about injuries were preceded by the following definition: “an injury is defined as any event for which you have completed an accident report for the department, applied for or received worker’s compensation, or received medical care

(i.e., by a physician or other medical professional)” (6). Participants were asked to specify the type and the location of the injury. The injuries were classified according to the affected anatomical region and type of injury (i.e., muscle, tendon, bone, joint, and/or micro trauma). The questionnaire comprised four items: (a) “How many injuries have you had since one year in workdays?”; (b) “How many injuries have you had since one year in rest days and (c) “Specify the nature and location of each injury, and under what conditions it happened in duty days (i.e., while on duty or during on-duty physical exercise sessions)””; (d) additionally, participants had to fill a self-reported questionnaire where details of ankle injury history were obtained from the beginning of their professional career.

Injury ankle sprains surveillance protocol. Injuries were monitored during a 8-month period from September 2015 until March 2016 excluding periods of important and intense rescue missions generally occurring during summer (e.g., from May to August). Throughout the 8-month period, firefighters encountering an ankle sprain during physical exercise while on duty days were required to report to their hierarchical supervisor. Injuries were recorded on an electronic medical record database (Prorisq, V7 R10). Any ankle sprains that happened during occupational exercise and/or during rest days were not included in this analysis.

Anthropometric measures. Height was assessed using a portable stadiometer. Body mass was assessed using the Tanita BF-555 and Body Mass Index (BMI) was calculated as $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$. Body fat percentage (BF%) was assessed using four-electrode multiple-frequency bioelectrical impedance analysis (AminoStats Bio-ZM II, Marans, France) (23). This technique utilizes an electric current of 0.8 mV and frequencies of 5 kHz, 50 kHz, and 200 kHz delivered via four adhesive electrodes. The firefighter sits on a chair after standing for 20 minutes, the upper and lower limbs were away from the body. Two adhesive pads are placed at the right ankle and at the two other right wrists.

Lower Quarter Y-Balance Test (YBT-LQ). Participants performed the YBT-LQ standardized protocol using a Professional Y-Balance Test Kit (Move2Perform, Evansville, IN, USA). In order to avoid time-of-day influences between participants, all tests were performed around 10 am during the guard days (24). First, the participants watched a standard video demonstration followed by four practice trials on each lower limb to minimise learning effects (25). Afterwards, firefighters performed the test with shoes and socks off, with the tested limb placed on the stance platform of the test kit (i.e., with the most distal end of the longest toe at the starting line). Then, with their hands on their hips, they were asked to push with the contralateral limb the reach indicator as far as possible along the pipe of the anterior (ANT), posteromedial (PM) and posterolateral (PL) directions without heel-off of the stance limb. Three successive trials were performed in each direction and the order of directions was randomized. The procedure was repeated for each limb. Data was not recorded if any loss of balance, loss of contact with the reach indicator or gain balance from the reach indicator occurred during the trials. In these cases, another trial was conducted. This test showed good to excellent intra-rater and inter-rater reliability in male collegiate soccer players (12) and good inter-rater reliability in military service members (26). The maximal reach distances of the three trials for each direction and each limb was considered for the analysis and then averaged. Distances were normalized by the limb length from the antero superior iliac spine to medial malleolus in supine (24). A composite score (CS) for each lower limb was calculated by summing the average of the normalized reach distances ($[\text{Normalized Anterior} + \text{Normalized Posteromedial} + \text{Normalized Posterolateral}] / 3$). For each direction, asymmetry was considered as the absolute difference between both lower limbs, in centimeters.

Weight-Bearing Lunge Test (WBLT). WBLT measures were performed by using an inextensible tape measure which has shown excellent inter-rater and intra-rater reliability (27). Firefighters placed the foot of the tested lower limb on the floor with the great toe and

centre of the heel perpendicular to the wall. They were instructed to lunge forward the wall until their knee touched it. Then, the foot was progressively moved backwards without heel lift until maximal ankle dorsiflexion range of motion was reached. The opposite foot of the rested lower limb was positioned at one-foot length behind the tested foot to maintain balance, and the firefighters were allowed to place their hands on the wall. For each lower limb, three trials were allowed for familiarization of the procedure. Then, three measures were performed and averaged on each limb and WBLT asymmetry was considered as the absolute difference between both limbs, in centimeters.

Postural stability. The SATEL platform was used to assess the displacement of the participants' center of pressure. The COP data were sampled online at 40 Hz and recorded for offline analysis using the SATEL software and homemade scripts. We assessed bipodal and single-limb and before recording, three trials were performed. Independently, a condition measure, the trial was recorded for 51.2 s in the upright standing posture and the subject looked at a fixed-level target. The COP trajectory was first recorded from subjects in an upright standing posture with (a) bipodal, eyes open and stable surface; (b) bipodal, eyes close and stable surface; (c) Single-limb eyes open, right leg and stable surface; (d) single-limb eyes open, left leg and stable surface; (e) single-limb, eyes close, right leg and stable surface; and (f) single-limb eyes close, left leg and stable surface. On one leg condition, the foot was positioned with wooden bar fixed to the platform to place the middle calcaneus and the toes (axe Metatarsi 2) of the feet in the same position for each trial and was removed just before recording. The subjects were then instructed to stand freely on one leg for 51.2 s with the contra lateral hip flexed 90° based on dominance side. One trial was recorded for each condition. Recording started when the subjects' posture was stabilized. The value of the displacement of the CP was normalized for each subject by the length of the foot and the height.

Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT). According to the International Ankle Consortium, the tool is a based survey of an individual's ankle instability (28). Firefighters responded to self-reported questionnaire that includes 9 items with scores between 0 and 30. Firefighters who had a score below 24 have chronic ankle instability.

Psychosocial risk factors. The French version of the Copenhagen Psychosocial Questionnaire (COPSOQ v3) was used to measure psychosocial work environment in our sample of firefighters. This version contained 46 items referring to six dimensions (i.e., quantitative demands; organization and leadership; peer relationship; autonomy; health and well-being; experience professional). Participants answering on a 5-point Likert scale ranging from 1 (*very satisfied*) to 5 (*very unsatisfied*). Cronbach's α ranged from .78 to .89 for the different scales (29).

Statistical analysis

First, mean and standard deviation (SD) were computed for each dependent variable and the Shapiro-Wilk was used to confirm the normality of the data. An analysis of variance was performed to compare the measured variables among injured and uninjured participants. Post-hoc analyses (Tukey HSD for unequal sample size) were used to test for differences among pairs of means when appropriate. Effect size was computed from partial η^2 values (η^2) and the significance level was set at $p < 0.05$. Second, receiver operating characteristic (ROC) curves were used to determine the meaningful cut-off points for each variable. The diagnostic accuracy of the measured variables was calculated using the area under the curve (AUC) to discriminate injured and uninjured firefighters. Diagnostic accuracy was interpreted as perfect (AUC = 1), high (AUC > 0.714), moderate (AUC > 0.639) and low (AUC > 0.556) (30).

Results

Mean scores and standard deviation was reported on table 1.

Table 1. Means and standard deviations of studied variables.

Variables	Injured (N = 9)	No Injured (N = 30)
	Mean (SD)	Mean (SD)
Anthropometric measures		
Age (years)	32.97 (4.34)	34.99 (4.98)
Height(cm)	178.89 (5.58)	179.43 (6.47)
Fat mass (%)	14.82 (2.82)	15.31 (4.53)
Intrinsic factors		
WBLT asymmetry (cm)	2.89 (1.22)	1.28 (1.03)
Anterior asymmetry (cm)	3.67 (1.87)	1.77 (1.83)
Posteromedial asymmetry (cm)	4.33 (1.12)	1.73 (1.60)
Posterolateral asymmetry (cm)	3.44 (1.01)	1.53 (2.54)
Composite score (%)	93.24 (2.74)	93.21 (3.48)
CAIT Right	24.11 (5.53)	27.77 (3.10)
CAIT Left	23.67 (1.83)	27.27 (4.14)
Extrinsic factors : Psychosocial risk		
Quantitative demands	3.63 (0.56)	3.23 (0.50)
Organization and Leadership	3.57 (0.47)	3.41 (0.58)
Peer relationship	4.08 (0.68)	4.03 (0.60)
Autonomy	3.19 (0.60)	3.53 (0.50)
Health and Well-being	2.38 (0.56)	2.35 (0.36)
Experience professional	3.81 (0.49)	3.74 (0.51)

Table 2. Matrix of Pearson r correlation coefficients between the variables (N=39)

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
	Height	BM	FM	WBLT	Y ANT	Y PM	Y PL	CAIT R	CAIT L	QD	AUT	ORG	PEERS	EXP	HEALTH
1. HEIGHT															
2. BM	.64**	—													
3. FM	-.04	.42**	—												
4. WBLT	.08	.22	.03	—											
5. CS	.04	.03	-.07	-.08	—										
6. Y ANT	-.05	-.05	-.02	.28	—										
7. Y PM	-.15	-.02	.09	.20	.42**	—									
8. Y PL	-.22	-.12	.18	.11	.39*	.53**	—								
9. CAIT R	-.00	-.15	.01	-.49**	-.12	-.16	.06	—							
10. CAIT L	-.22	-.28	.02	-.40*	-.08	-.17	-.01	.60**	—						
11. QD	-.19	-.20	-.06	.11	.09	.24	.27	-.01	.19	—					
12. AUT	.18	.13	-.21	-.07	.05	-.15	.17	.06	-.00	-.35*	—				
13. ORG	.17	.1	.00	.01	-.17	.15	.03	.06	-.05	-.10	.08	—			
14. PEERS	-.13	-.19	-.01	-.12	-.33*	-.18	.36*	.21	.16	.11	.27	.42**	—		
15. EXP	.06	.07	-.19	.12	-.24	-.00	.12	.03	-.26	-.18	.51*	.42**	.49**	—	
16. HEALTH	-.07	-.20	-.15	-.20	.02	.07	.04	.09	.20	.17	-.25	-.38*	-.28	-.49**	—

Notes. BM :body Mass ; FM : Fat Mass; WBLT: Weight Bearing Lunge Test; CS : Composite Score; Y ANT:Y Balance Test Anterior Direction; Y PM:Y Balance Test Posteromedial Direction; Y PL:Y Balance Test Posterolateral Direction; CAIT R: Cumberland Ankle Instability Tool Right Limb; CAIT L: Cumberland Ankle Instability Tool Left Limb;QD : Quantitative Demands; Org : Organization and Leadership; Peers : Peer Relationship; Aut : Autonomy; Exp: Experience Professional; Health: Health and Well-Being

Injuries

Nine participants over the thirty-nine included in this study experienced an ankle sprain during physical exercise sessions in duty days over the 8-month period monitored.

Analyses of variance

Significant differences were found between injured and non injured firefighters, in lower limbs asymmetry for the three directions tested of the YBT-LQ (Anterior: $F = 7.38$; $p < 0.01$; $\eta^2 = .17$; Posteromedial: $F = 20.65$; $p < 0.001$; $\eta^2 = .36$; Posterolateral: $F = 4.78$; $p < 0.05$; $\eta^2 = .11$). Also, WBLT asymmetry significantly differed between injured and uninjured firefighters ($F = 15.45$; $p < 0.001$; $\eta^2 = .29$). The injured firefighters had greater YBT-LQ (Anterior: $p < 0.05$; Posteromedial: $p < 0.001$) and WBLT ($p < 0.001$) asymmetries between limbs compared to their uninjured counterparts. Only a tendency was observed for the posterolateral direction asymmetry ($p = 0.08$).

Regarding CAIT scores, significant differences were observed between injured and uninjured firefighters for both the right ($F = 6.52$; $p < 0.05$; $\eta^2 = .15$) and left lower limbs ($F = 4.45$; $p < 0.05$; $\eta^2 = .11$). The injured firefighters had lower scores on the right ankle ($p < 0.05$) compared to the uninjured ones while only a tendency was found for the left ankle ($p = 0.09$).

Last, injured firefighters obtained higher scores compared to uninjured firefighters on the work-related quantitative demands dimension of the COPSOQ displayed ($F = 4.30$; $p < 0.05$; $\eta^2 = .10$).

No other significant differences were noted between injured and uninjured firefighters for any of the remaining variables measured (e.g., anthropometric measures, WBLT, postural stability, other dimensions of the COPSOQ).

Receiver operating characteristic (ROC) curves

The asymmetry in the three directions of the YBT-LQ, WBLT asymmetry and work-related quantitative demands displayed significant AUC with high diagnostic accuracy. Anterior YBT-LQ asymmetry (AUC = 0.761; 95% CI = 0.618-0.905), posteromedial (AUC = 0.902; 95% CI = 0.846-0.958) and posterolateral (AUC = 0.835; 95% CI = 0.744-0.927) had identified cut-off points greater than 4 cm (78% sensitivity; 80% specificity), 3 cm (100% sensitivity; 80% specificity) and 3 cm (89% sensitivity; 80% specificity), respectively for predicting ankle sprain injury. WBLT asymmetry (AUC = 0.844; 95% CI = 0.735-0.954) with a cut-off point greater than 3 cm (100% sensitivity; 80% specificity) discriminated injured and uninjured firefighters. Quantitative demands domain of the COPSOQ was predictive (AUC = 0.720; 95% CI = 0.499-0.941) of sustaining an injury with a cut-off point at 3.67 (67% sensitivity; 80% specificity). No other measured variable exhibited significant area under ROC curve.

Discussion

The objective of the present study was to identify the influence of selected intrinsic and extrinsic risk factors associated with ankle sprains in a sample of French firefighters. Identifying the predictors associated with the major trauma in French firefighters is a crucial step in developing effective risk prevention strategies (31). The main findings were that: i) an asymmetry greater than 4 cm and 3 cm in the anterior and posterior directions of the YBT-LQ, respectively, ii) WBLT asymmetry greater than 3 cm and, iii) work-related quantitative demands were predictors of ankle sprains.

Some of the results of the present study are consistent with previous studies investigating the risk factors associated with the occurrence of ankle sprains (9,32), (33). Interestingly, our study was the first to show that performance asymmetry between lower limbs in YBT-LQ would predict ankle sprains among our sample of firefighters. This

observation is in agreement previous studies performed in college and high school athletes (34,35) and in professional and amateur soccer players (36) but contradicts with a study realized in college football players (37). Along with two previous reports (34,35) a between-lower limbs asymmetry greater than 4 cm in the anterior direction of the YBT-LQ predicted ankle sprains. Also, we originally identified that firefighters with an asymmetry greater than 3 cm in both the posterior directions sustained an injury during the follow-up period. To date, only Gonell et al. (2015) (36) found that the posteromedial asymmetry was predictive of ankle sprains in professional and amateur soccer players but a cut-off point was set at 4 cm. Although deficit in the reached distance of posterolateral direction has been found to predict ankle sprains in university student (9), we are the first to identify that an asymmetry greater than 3 cm could be considered as a risk factor for future ankle sprains. Finally, in opposition with two previous studies, the composite score obtained from the YBT-LQ in our study was not a predictor of ankle sprains, as recently shown in college athletes (35). Overall, our results indicate that quantifying YBT-LQ asymmetries may be advantageous in ankle sprains prediction in firefighters.

Originally, Pope et al. (1998) (14) revealed that army recruits with a limited dorsiflexion range of motion were more likely to sustain an ankle sprain. Although, this observation is still debated in the literature due to contradictory results (9), recent evidence indicated that asymmetry in dorsiflexion range of motion contributed to musculoskeletal injuries in US army rangers (17). Therefore, we originally demonstrate that an asymmetry greater than 3 cm in dorsiflexion range of motion obtained from the WBLT would expose firefighter to a risk of sustaining an ankle sprain. However, further research is needed to ascertain this observation in a larger sample of firefighters and in other populations.

Another interesting result to consider was the significant differences in CAIT scores, even though these factors were not identified as predictors for ankle sprains. More precisely,

we observed that CAIT scores were lower in injured firefighters in comparison to their uninjured counterparts. Considering that the CAIT is aimed at measuring the severity of functional ankle instability, it can be assumed that the firefighters who sustained an ankle sprains exhibited chronic ankle instability at the beginning of the 8-month follow-up period. Indeed, all injured firefighters had an CAIT score lower than the recently recalibrated and validated CAIT cut-off score of ≤ 25 allowing the discrimination of chronic ankle instability (38). However, the fact that they had unstable ankles did not significantly predict ankle sprains which occurred in the present prospective study.

In contrast to the literature (8), (9) history of previous ankle sprain was not a discriminating predictor. This observation is somewhat surprising considering that firefighters who sustained an ankle sprain had also lower CAIT scores, indicating that they had previous injury. This absence of identifying history of previous sprains could be related to missed recall injuries assessed through our questionnaire. Ideally, a screening of their respective medical file would have been more appropriated to evaluate this factor. Finally, no other measured intrinsic factor (i.e., BMI and postural stability) was predictive of future ankle sprains over the 8-month follow-up period.

The role of extrinsic factors, namely psychosocial work environment in the occurrence of ankle sprains, was also examined in our firefighters. To the best of our knowledge, we are the first to demonstrate that having a higher score in the quantitative demands dimension (i.e., workload, work rhythm and cognitive demands) of the French version of the COPSQ, was a predictor of ankle sprains occurrence in firefighters. However, comparable results have highlighted that mental and physical workload (i.e., job-demands models) could be a predictor of the development of musculoskeletal pain, depression, and occupational burnout (39,40). Quantitative demands through the high workload and the important rhythm of work in French firefighter's occupation could explain this observation. For example, during emergency

missions it is of importance to take the accurate decisions and to perform the preeminent technical movements within a short time limit. This high workload was indeed previously reported in Norwegian ambulance personnel (21) and could lead to psychological stress. Hence, it might be suggested that monitoring of quantitative demands in firefighters could participate to elaborate effective risk prevention strategies.

The major limitation of this study was the use of a sample of French firefighters based in the South of France. This sample might be unrepresentative of the whole French firefighters' population, neither of other populations. Also, the number of participants included and follow-up period duration may limit the generalization of our results. Finally, only ankle sprains encountered during physical exercise sessions and reported to the hierarchy were analysed.

Conclusion

The results of this study expand our understanding of predictors of the major trauma encountered by French firefighters during mandatory sessions of physical exercise. Overall, these findings provide evidence that a combination of intrinsic and extrinsic factors contributed to ankle sprains. Importantly cut-off points of different modifiable risk were clearly identified with clinical functional testing tools that could help medical staff and physical trainers to implement injury prevention programs in this population. Knowing that firefighters are often exposed to other risk factors (i.e., sleep quality, burnout, wearing of protective equipment), future studies are needed to provide a more comprehensive representation of predictors of injuries in firefighters. These studies could target specific strategies to prevent health-related problems reported in this job.

References

1. Jahnke SA, Poston WSC, Haddock CK, Jitnarin N. Injury among a population based sample of career firefighters in the central USA. *Inj Prev.* 2013;19(6):393–398. doi:10.1136/injuryprev-2012-040662
2. Soteriades ES, Smith DL, Tsismenakis AJ, Baur DM, Kales SN. Cardiovascular Disease in US Firefighters A Systematic Review. *Cardiol Rev.* 2011;19(4):202–15. doi: 10.1097/CRD.0b013e318215c105
3. Smith DL. Firefighter fitness: Improving performance and preventing injuries and fatalities. *Curr Sports Med Rep.* 2011;10(3):167–72.
4. Szubert Z, Sobala W. Work-related injuries among firefighters: sites and circumstances of their occurrence. *Int J Occup Med Environ Health.* 2002;15(1):49–55.
5. Poplin GS, Harris RB, Pollack KM, Peate WF, Burgess JL. Beyond the fireground: injuries in the fire service. *Inj Prev.* 2012;18(4):228–33. doi: 10.1136/injuryprev-2011-040149
6. Vaulerin J, d'Arripe-Longueville F, Emile M, Colson SS. Physical exercise and burnout facets predict injuries in a population-based sample of French career firefighters. *Appl Ergon.* 2016;54:131–5. doi: 10.1016/j.apergo.2015.12.007
7. Beynnon BD, Murphy DF, Alosa DM. Predictive factors for lateral ankle sprains: a literature review. *J Athl Train.* 2002;37(4):376–80.
8. Kotofolis ND, Kellis E, vlachopoulos SP. Ankle Sprain Inj Risk Factors Amat Soccer Play Dur a 2-year Period Am J Sport Med. 2007;35:458–66. doi: 10.1177/0363546506294857
9. Noronha M de, Franca LC, Haupenthal A, Nunes GS. Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: a prospective study. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23(5):541–7. doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01434.x.

10. de Noronha M, Refshauge KM, Herbert RD, Kilbreath SL, Hertel J. Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain? *Br J Sports Med.* 2006;40(10):824–8; discussion 828. doi: 10.1136/bjism.2006.029645
11. Witchalls J, Blanch P, Waddington G, Adams R. Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2011;bjssports--2011. doi: 10.1136/bjssports-2011-090137
12. Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North Am J Sport Phys Ther NAJSPT.* 2009;4(2):92.
13. Gribble PA, Terada M, Beard MQ, Kosik KB, Lepley AS, McCann RS, et al. Prediction of lateral ankle sprains in football players based on clinical tests and body mass index. *Am J Sports Med.* 2016;44(2):460–7. doi: 10.1177/0363546515614585.
14. Pope R, Herbert R, Kirwan J. Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in Army recruits. *Aust J Physiother.* 1998;44(3):165–72.
15. Hoch MC, McKeon PO. Normative range of weight-bearing lunge test performance asymmetry in healthy adults. *Man Ther.* 2011;16(5):516–9. doi.org/10.1016/j.math.2011.02.012
16. Kang M-H, Lee D-K, Park K-H, Oh J-S. Association of ankle kinematics and performance on the y-balance test with inclinometer measurements on the weight-bearing-lunge test. *J Sport Rehabil.* 2015;24(1):62–7. doi: 10.1123/jsr.2013-0117.
17. Teyhen DS, Shaffer SW, Butler RJ, Goffar SL, Kiesel KB, Rhon DI, et al. What risk factors are associated with musculoskeletal injury in US army rangers? A prospective prognostic study. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(9):2948–58. doi: 10.1007/s11999-

015-4342-6.

18. Javidi H, Yadollahie M. Post-traumatic stress disorder. *Int J Occup Environ Med.* 2011;3(1 January).
19. Nieuwenhuijsen K, Bruinvels D, Frings-Dresen M. Psychosocial work environment and stress-related disorders, a systematic review. *Occup Med (Chic Ill).* 2010;60(4):277–86. doi: 10.1093/occmed/kqq081.
20. Karasek R, Brisson C, Kawakami N, Houtman I, Bongers P, Amick B. The Job Content Questionnaire (JCQ): an instrument for internationally comparative assessments of psychosocial job characteristics. *J Occup Health Psychol.* 1998;3(4):322.
21. Sterud T, Hem E, Ekeberg Ø, Lau B. Occupational stressors and its organizational and individual correlates: a nationwide study of Norwegian ambulance personnel. *BMC Emerg Med.* 2008;8(1):1. doi: 10.1186/1471-227X-8-16.
22. McVicar A. Workplace stress in nursing: a literature review. *J Adv Nurs.* 2003;44(6):633–42.
23. Kyle UG, Bosaeus I, Lorenzo AD De, Go M, Lilienthal B, Deurenberg P, et al. Bioelectrical impedance analysis — part II : utilization in clinical practice. 2004;1430–53. doi: 10.1016/j.clnu.2004.09.012
24. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. *J Athl Train.* 2012;47(3):339–57. doi: 10.4085/1062-6050-47.3.08.
25. Robinson RH, Gribble PA. Support for a reduction in the number of trials needed for the Star Excursion Balance Test. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(2):364–70. doi: 10.1016/j.apmr.2007.08.139.
26. Shaffer SW, Teyhen DS, Lorenson CL, Warren RL, Koreerat CM, Straseske CA, et al.

- Y-balance test: a reliability study involving multiple raters. *Mil Med.* 2013;178(11):1264–70. doi: 10.7205/MILMED-D-13-00222.
27. Bennell K, Talbot R, Wajswelner H, Techovanich W, Kelly D, Hall AJ. Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Aust J Physiother.* 1998;44(3):175–80.
 28. Gribble PA, Delahunt E, Bleakley CM, Caulfield B, Docherty CL, Fong DTP, et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: A position statement of the international ankle consortium. *J Athl Train.* 2014;49(1):121–7. doi: 10.1136/bjsports-2013-093175.
 29. Dupret É, Bocéréan C, Teherani M, Feltrin M. Le COPSOQ: un nouveau questionnaire français d'évaluation des risques psychosociaux. *Santé publique.* 2012;24(3):189–207.
 30. Rice ME, Harris GT. Comparing effect sizes in follow-up studies: ROC Area, Cohen's d , and r . *Law Hum Behav.* 2005;29(5):615. doi: 10.1007/s10979-005-6832-7
 31. Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HCG. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sport Med.* 1992;14(2):82–99.
 32. Raina S, Nuhmani S. FACTORS LEADING TO LATERAL ANKLE SPRAIN: A REVIEW OF THE LITERATURE. *J Musculoskelet Res.* 2014;17(4):1430001. doi: <http://dx.doi.org/10.1142>
 33. Fousekis K, Tsepis E, Vagenas G. Intrinsic Risk Factors of Noncontact Ankle Sprains in Soccer: A Prospective Study on 100 Professional Players. *Am J Sports Med.* 2012;40(8):1842–50. doi: 10.1177/0363546512449602.
 34. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2006;36(12):911–9. doi:10.2519/jospt.2006.2244
 35. Smith CA, Chimera NJ, Warren M. Association of Y balance test reach asymmetry and

- injury in Division I Athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(1):136–41.
36. Gonell AC, Romero JAP, Soler LM. RELATIONSHIP BETWEEN THE Y BALANCE TEST SCORES AND SOFT TISSUE INJURY INCIDENCE IN A SOCCER TEAM. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10(7):955.
37. Butler RJ, Lehr ME, Fink ML, Kiesel KB, Plisky PJ. Dynamic balance performance and noncontact lower extremity injury in college football players: an initial study. *Sports Health.* 2013;5(5):417–22. doi: 10.1177/1941738113498703
38. Wright CJ, Arnold BL, Ross SE, Linens SW. Recalibration and validation of the Cumberland ankle instability tool cutoff score for individuals with chronic ankle instability. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014;95(10):1853–9. doi: org/10.1016/j.apmr.2014.04.017
39. Airila A, Hakanen JJ, Luukkonen R, Lusa S, Punakallio A, Leino-Arjas P. Developmental trajectories of multisite musculoskeletal pain and depressive symptoms: The effects of job demands and resources and individual factors. *Psychol Health.* 2014;29(12):1421–41. doi: 10.1080/08870446.2014.945929.
40. Saijo Y, Ueno T, Hashimoto Y. Twenty-four-hour shift work, depressive symptoms, and job dissatisfaction among Japanese firefighters. *Am J Ind Med.* 2008;51(5):380–91. doi: 10.1002/ajim.20571

Synthèse de l'étude 2

L'objectif principal de cette étude prospective était d'analyser les facteurs de risque intrinsèques et extrinsèques de l'entorse de la cheville chez les SP sur une période de 8 mois. Un total de 39 SP professionnels masculins âgés de 22 à 47 ans ($M = 34.5$ ans; $SD = 4.9$) ont participé volontairement à cette étude. Les variables mesurées sont les suivantes: (a) les données anthropométriques ; (b) l'équilibre postural dynamique ; (c) l'amplitude de dorsiflexion de la cheville ; (d) l'instabilité chronique de la cheville ; (e) le contrôle postural; et (f) les facteurs de risque psychosociaux.

Les résultats des ANOVAs montrent des différences significatives entre les SP blessés et les SP non blessés sur l'instabilité chronique de la cheville (i.e., à droite et à gauche), le « *Y balance test* », le « *Weight Bearing Lunge Test* » et sur les contraintes quantitatives des risques psychosociaux. De plus, les analyses des « *Receiver operating characteristic* » indiquent que l'asymétrie entre les deux membres inférieurs sur les trois directions de « *Y balance test* » (e.g., antérieure; postéro-médiale, postéro-latérale), le « *Weight Bearing Lunge Test* » et les contraintes quantitatives sont des prédicteurs de l'entorse de la cheville chez les SP.

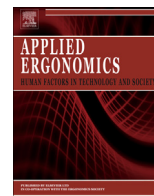
Cette étude a permis de mettre en évidence que l'entorse de la cheville serait influencée par des facteurs de risque intrinsèques et extrinsèques intégrant des paramètres physiologiques et psychologiques. Plus particulièrement, les asymétries entre les deux membres inférieurs sur un test d'équilibre postural dynamique, et l'asymétrie d'amplitude articulaire de dorsiflexion de la cheville permettraient de prédire la survenue de futures

entorses de la cheville. De surcroît, les contraintes quantitatives jouent également un rôle dans le risque des blessures. Au-delà des facteurs de risque intrinsèques (i.e., d'ordre physiologique), cette étude permet donc de mettre en lumière l'influence des paramètres psychologiques (e.g., facteurs de risque extrinsèques) sur une blessure, telle que l'entorse de la cheville. Il pourrait donc être opportun d'identifier, dans le contexte professionnel particulier des SP, si d'autres facteurs de risque psychologiques expliqueraient la survenue de blessures. Ainsi, l'objectif de la troisième étude est d'analyser la contribution du burnout, et des stratégies de coping sur le nombre de blessures.

ETUDE 3- Physical Exercise and Burnout Facets Predict Injuries in a Population based Sample of French Career Firefighters¹

¹ Cet article a fait l'objet d'une publication :

Vaulerin, J., d'Arripe-Longueville, F., Emile, M., & Colson, S. S. (2016). Physical exercise and burnout facets predict injuries in a population-based sample of French career firefighters. *Applied Ergonomics*, 54, 131-135.



Physical exercise and burnout facets predict injuries in a population-based sample of French career firefighters



Jérôme Vaulerin^{a, b, *}, Fabienne d'Arripe-Longueville^{a, b}, Mélanie Emile^{a, b},
Serge S. Colson^{a, b}

^a Nice-Sophia Antipolis University, LAMHESS, EA 6312 Nice, France

^b University of Toulon, LAMHESS, EA 6312, La Garde, France

ARTICLE INFO

Article history:

Received 5 February 2015

Received in revised form

26 November 2015

Accepted 17 December 2015

Available online xxx

Keywords:

Physical activity

Emergency workers

Occupational burnout

Coping strategies

ABSTRACT

Although firefighting is known to engender a high rate of injury, few studies have examined the contribution of physical exercise, burnout and coping strategies to firefighting-related injuries. Data were collected from a population-based sample of 220 male firefighters. In a descriptive study, the nature and site of the injuries and the relationships among firefighter injuries, physical exercise, burnout and coping strategies were examined. Sprains were the most prevalent type of injury (98%), followed by tendinitis (40%) and muscle tears (30%). More than two thirds of these injuries were located at the ankle. Weekly hours of physical exercise, cognitive weariness at work, social support seeking, problem-focused coping and emotional exhaustion were significantly related to these injuries. The findings suggest that physical exercise and cognitive weariness can be considered as risk factors for French firefighter injuries, whereas problem-focused coping can be seen as a protective factor. More research is needed to explain the relationship between social support seeking and injury.

© 2015 Elsevier Ltd and The Ergonomics Society. All rights reserved.

1. Introduction

Firefighting is a physically, mentally (Gledhill and Jamnik, 1992) and emotionally demanding job (Orris et al., 1995) that places significant stress on the musculoskeletal system (Reichelt and Conrad, 1994), increases cardiovascular risk (Melius, 1994), and often leads to fatigue and sleep disorders (Bos et al., 2004). Firefighting is also a hazardous occupation with a greater incidence of injury compared with most other jobs (Karter and Badger, 2001). Over the last 30 years, the National Fire Protection Association (NFPA) reports indicate that firefighter injuries in the United States (US) mainly occur during fireground operations (>45%), followed by non-emergency incidents (~20%) or other on-duty activities (~20%), whereas training activities (~10%) and responding to or returning from an incident (~5%) show the lowest injury percentages (Karter and Molis, 2011). Although many studies have determined the incidence rate and the cause of injury among US firefighters (Jahnke et al., 2013a; Poplin et al., 2011), information

about the types of injuries sustained by French firefighters has remained surprisingly low.

In France, in addition to fireground operations, a substantial part of firefighter duties involves emergency medical services, which have been reported to show a higher injury rate than those of the fire services (Maguire et al., 2005). In addition, many mandatory sessions of physical exercise are scheduled during duty time in order to maintain high physical fitness, a key job requirement, as well as to reduce the risk of cardiovascular incidents and prevent job-related injuries (Smith, 2011). For example, it has been shown that frequent physical exercise has noteworthy beneficial effects on cardiovascular disease risk in US firefighters (Durand et al., 2011). In addition, firefighters with lower aerobic capacity are more likely to sustain an injury compared with their fitter counterparts (Poplin et al., 2014). Paradoxically, recent evidence indicates that physical exercise is the most frequent cause of injuries in US firefighters (Jahnke et al., 2013a; Poplin et al., 2011), particularly musculoskeletal injuries such as sprains and strains, even though exercise also contributes to better physical fitness and diminishes the risk of non-exercise related injuries (Jahnke et al., 2013a). Given the characteristics of firefighting duties, these findings highlight the importance of investigating the predictors or correlates of musculoskeletal injuries in French firefighters.

* Corresponding author. University of Nice-Sophia Antipolis, Laboratory of Human Motricity Expertise Sport and Health, Faculty of Sport Sciences, (EA 6312), 261, route du Mercantour, 06205 Nice Cedex 03, France.

E-mail address: jvaulerin@unice.fr (J. Vaulerin).

Firefighters are among the employees who experience traumatic stressors and burnout with a relatively high frequency (Alexander and Klein, 2001). Burnout is viewed as an affective reaction to prolonged exposure to stress at work; that is, to situations in which job demands exceed the individual's adaptive resources. This affective reaction consists of feelings of emotional exhaustion, perceived physical fatigue, and cognitive weariness, all of which result from the gradual depletion of intrinsic energetic resources at work (Schaufeli and Buunk, 2003; Shirom, 1989). Recent research has shown that perceived stress may lead to burnout. More particularly, Lourel et al. (2008) found that job demands or job control positively predicted emotional exhaustion and depersonalization in rural French firefighters. These results indicate the importance of understanding the mechanisms related to psychological burnout among firefighters. However, the role of physical activity as a specific job demand and its relationships with firefighter burnout and musculoskeletal injuries remain to be established.

Given the potential costs of traumatic stressors in the work of firefighting, it is important to examine the factors that might protect these professionals from their negative effects. A few studies have investigated the associations between coping strategies and workplace stressors or psychological well-being. Coping strategies have been defined as behavioral and/or cognitive attempts to manage situational demands that are appraised as taxing or exceeding one's ability to adapt (Lazarus and Folkman, 1984). According to the authors, coping efforts may be directed at the demands themselves (problem-focused strategies) or at the emotional reactions to those demands (emotion-focused strategies). Problem-focused coping is based on planning and action to change the situation, while emotion-focused coping is focused on distancing, self-accusation, and avoidance. Inconsistent results have been reported concerning the relationships between the type of coping strategy and the occupational stress of firefighters. Problem-focused coping has been associated with both high (Marmar et al., 1996) and low levels of psychological distress (Brown et al., 2002). Emotion-focused coping was associated with lower psychological distress (Brown et al., 2002), but seeking social support for emotional reasons and emotional venting were not (Clohessy and Ehlers, 1999). Prati and Pietrantonio (2010) showed that emotion and support-coping positively mediated the relationship between stress appraisal and compassion fatigue, and that problem-focused coping positively mediated the relationship between stress appraisal and compassion satisfaction. Although the role of coping strategies in explaining firefighter stress is well known, their relationships with musculoskeletal injury has not been documented.

In light of these observations, the job of French firefighters can be characterized as a complex system of activities, including rescue and personal assistance, firefighting and physical exercise, all of which generate high constraints, stress and the risk of injuries. Although a French report from the Department of Public Safety (Pourny, 2003) indicated that most musculoskeletal injuries affect the lower limbs and mainly the ankle and knee joints, the types of injuries that French firefighters are subject to have not been systematically reported. Furthermore, burnout and coping strategies have been shown to be related to firefighter psychological well-being but no study to date has examined how these variables combine to explain firefighter injuries. Last, understanding how the physical exercise performed during sports sessions impacts injury rates is critical to developing workplace injury management and prevention programs. Thus, the goals of the present study were twofold: (a) to quantify and characterize the musculoskeletal injuries specific to French firefighters, and (b) to examine the contribution of physical exercise, burnout and coping strategies in

explaining these injuries. We assumed that: (a) the majority of injuries would be to the lower limbs, and (b) adaptive coping strategies (i.e., problem-focused coping) would be negatively related to the number of injuries, whereas burnout would be positively related to the number of injuries. Given the contradictory findings in the literature, no hypothesis was formulated regarding the role of physical exercise.

2. Methods

2.1. Participants and procedures

This retrospective study was designed to explore the injuries occurring in a Fire Department and Rescue Service of the South of France. Out of 320 eligible professional male firefighters contacted and informed about the purpose and procedures, 220 experienced firefighters ($M_{\text{years of service}} = 9.23$; $SD = 4.58$) from 20 to 62 years old ($M_{\text{age}} = 36.23$; $SD = 6.94$) volunteered to participate and completed a series of questionnaires. The participants met the following inclusion criteria: (a) on-duty, (b) in the operational section, and (c) present throughout the entire questionnaire session (i.e., not called out on a professional mission). The exclusion criteria were: (a) operationally unfit (i.e., according to annual physical performance tests including an aerobic capacity test, pull-ups, push-ups, plank exercise, a specific firefighter's task and a flexibility test), and (b) status of fire chief or other officer. Written informed consent was obtained from all participants. The research procedure was approved by the University of Nice Sophia-Antipolis research ethics board and conformed to the Declaration of Helsinki. Anonymous structured questionnaires were filled out by the participants. An investigator was present to assist participants and answer any questions. The average time to completion was 30 min.

2.2. Measures

Previous injuries. The participants were asked to report the number of musculoskeletal injuries they had sustained since joining the Fire Department. The questionnaires were developed using information from Department of Public Safety (Pourny, 2003). Questions about injuries were preceded by the following explanation: "a musculoskeletal injury is defined as any event for which you have completed an accident report for the department, applied for or received workers compensation, or received medical care (i.e., by a physician or other medical professional)." Firefighters were asked to indicate the musculoskeletal injury type (e.g., sprains, tendinitis or muscle strains) and its location (e.g., ankle, knee, back or elbow). The injuries were classified according to the affected anatomical region and type of injury (i.e., self-reported muscle, tendon, bone, joint, and/or micro trauma). The questionnaire consisted of two items: (a) "How many injuries have you had since you joined the fire department?" and (b) "Specify the nature and location of each injury, and when it occurred (i.e., while on duty or during on-duty physical exercise sessions)."

Physical exercise. The weekly volume of physical exercise (excluding occupational exercise) performed by the firefighters was calculated by summing the hours of physical exercise performed during duty and rest days (Hootman et al., 2001) as follows: "In a week, how many hours of physical exercise do you perform while on-duty and on your days off, respectively?" The weekly volume of physical exercise was calculated by adding the hours of physical exercise performed during duty days and rest days.

Occupational burnout. Burnout was measured using the "Shirom Melamed Burnout Measure" (SMBM) (Shirom and Melamed, 2006). This questionnaire consists of 14 items subdivided into three subscales: (a) six items measure physical fatigue (e.g., "feeling

tiredness and low energy at work”); (b) three items measure emotional exhaustion (e.g., “feeling lacking the energy to display empathy to others at work”); and (c) five items measure cognitive weariness (e.g., “feelings of reduced mental agility on the job”). Participants answered on a 6-point Likert scale ranging from 1 (*completely disagree*) to 6 (*completely agree*). Each subscale presented good reliability ($\alpha_{\text{physical fatigue}} = .89$, $\alpha_{\text{emotional exhaustion}} = .90$, $\alpha_{\text{cognitive weariness}} = .88$).

Coping. Coping was assessed using the “*Ways of Coping Checklist*” which was translated and validated in French (WCC) by Cousson et al. (1996). This scale has been used in studies in firefighters (Young et al., 2014). The questionnaire consists of 27 items subdivided into three coping strategies: (a) problem-focused coping (i.e., planning and action to change the situation), (b) emotion-focused coping (i.e., distancing, self-accusation and escape), and (c) social support seeking (i.e., informational, material and emotional). This questionnaire measures how individuals respond to a specific stressful situation. The firefighters were invited to think about the last stressful situation they had encountered in their work and answered accordingly. The participants responded on a 6-point Likert scale ranging from 1 (*completely disagree*) to 6 (*completely agree*). The internal consistency of each subscale was satisfactory ($\alpha_{\text{problem-focused coping}} = .92$, $\alpha_{\text{emotion-focused coping}} = .89$, $\alpha_{\text{social support seeking}} = .90$).

2.3. Data analyses

Linear regression models (Cohen et al., 2003) were used to evaluate the associations among physical exercise, coping, and burnout (independent variables) and previous injuries (dependent variables) in the French firefighters.

3. Results

3.1. Frequency of injuries in firefighters

The total number of injuries reported on the 220 questionnaires was 819. On average, each firefighter reported four injuries since starting the job. Sprains were the most frequently reported musculoskeletal injury and encountered by almost all participants (Table 1). The ankle was the most frequent site for injury (77%), although shoulder, knee and low back injuries were also reported (Table 2).

3.2. Descriptive statistics

The professional French firefighters performed almost 10 h of physical exercise per week ($M = 9.54$; $SD = 4.31$) and reported relatively low scores for physical fatigue ($M = 1.74$; $SD = .85$), cognitive weariness ($M = 1.48$; $SD = .78$) and emotional exhaustion ($M = 1.70$; $SD = .85$). They had high scores for social support seeking ($M = 3.74$; $SD = 1.01$) and problem-focused coping ($M = 3.85$; $SD = 1.01$) and medium scores for emotion-focused coping ($M = 2.59$; $SD = .85$).

3.3. Multiple linear regression analysis

Multiple linear regression analysis (Table 3) revealed significant

Table 2
Location of firefighter injuries.

Location	Ankle	Shoulder	Knee	Low back
Percentage (%)	77	23	19	18

Table 3
Multiple regression analysis for variables predicting injuries.

	Dependent variable number of injuries β
Independent variables	
Weekly hours of physical exercise	
Coping strategies	
Social support seeking	.07*
.12**	
Problem-focused coping	−10*
Emotion-focused coping	−04
Occupational burnout	
Cognitive weariness	.12**
Emotional exhaustion	−11**
Physical fatigue	−04
R ²	.27
F	75.4

Notes. Standardized regression coefficients. * $p < .05$, ** $p < .01$.

positive relationships between the number of injuries and the weekly hours of physical exercise ($\beta = .07$ $p < .01$), cognitive weariness ($\beta = .12$, $p < .01$), and social support seeking ($\beta = .12$, $p < .01$). This analysis also revealed significant negative relationships between the number of injuries and problem-focused coping ($\beta = -.10$, $p < .05$) and emotional exhaustion ($\beta = -.11$, $p < .01$). Collectively, these variables significantly predicted participant injuries, $F(10, 211) = 89.2$, $p < .001$, accounting for 27% of the variance.

4. Discussion

The first purpose of the present study was to characterize the musculoskeletal injuries encountered by French firefighters. Based on the report of the Department of Public Safety (Pourny, 2003) and a previous investigation (Poplin et al., 2011), we hypothesized that the majority of these injuries would be to the lower limbs. In line with this hypothesis, we found that 77% of the firefighters participating in this investigation had sustained an ankle injury. Moreover, our findings were consistent with previous studies (Jahnke et al., 2013a; Poplin et al., 2011) and the NFPA survey (Karter and Molis, 2011), which reported that the most prevalent types of injury were sprains and strains (40.2–85.2%).

The second purpose was to examine the role of physical exercise, occupational burnout and coping strategies in explaining the musculoskeletal injuries of French firefighters. We found a significant positive relationship between weekly hours of physical exercise and injuries, suggesting that regular physical exercise might be considered as a risk factor for musculoskeletal injury in our population of firefighters. This conclusion is consistent with previous results indicating that both occupational training and physical exercise sessions may be etiologic factors for exercise-related injuries (Jahnke et al., 2013a). In addition, it was shown that firefighters in those US fire departments that had implemented health promotion programs including physical exercise were more likely to

Table 1
Nature of firefighter injuries.

Nature	Sprains	Tendinitis	Muscle tears	Low back pain	Fractures	Dislocation	Hernia
Percentage (%)	98	40	30	18	14	10	4

experience injuries (i.e., both occupational and exercise injuries) than were firefighters not involved in such programs (Poston et al., 2013).

However, contradictory findings have also been reported in the literature, providing support for the paradoxical role of physical exercise in firefighter fitness levels and injury rates. It has been shown that firefighters with low fitness levels as defined by relative aerobic capacity are more prone to injury than their fitter counterparts (Poplin et al., 2014, 2015). It has also been amply documented that obesity in firefighters is associated with greater risk of injury, absenteeism, illness and lower fitness level (Jahnke et al., 2013b; Kuehl et al., 2012; Poston et al., 2011b). In this context, the studies that have promoted health programs have shown the beneficial effects of physical exercise on injury occurrence and workers' compensation claims (Elliot et al., 2007; Leffer and Grizzell, 2010). Nevertheless, although physical exercise contributes to improving the overall fitness level of firefighters, it can also increase the risk of injury (Poston et al., 2013). This observation in firefighters is consistent with previous studies that demonstrated in both adults enrolled in an aerobics center (Hootman et al., 2001) and US Air Force service members (Giovannetti et al., 2012) that an increase in injuries was associated with a higher fitness level or with beginning a fitness program. It is also worth mentioning that the firefighters who regularly performed physical exercise during their duties were less likely to experience a non-exercise injury (i.e., any injury not related to physical training, such as fire suppression, rescue and medical emergency tasks) (Jahnke et al., 2013a), which suggests the protective effects of physical fitness. As a whole, these observations emphasize the importance of physical exercise for firefighters to maintain physical fitness but also point out that the more firefighters spend time doing physical exercise, the greater their risk of injury.

We also hypothesized that the components of occupational burnout (i.e., emotional exhaustion, physical fatigue and cognitive weariness) would be significant predictors of firefighter injuries. Our findings showed that cognitive weariness positively predicted the number of injuries, providing support to previous research based on stress injury (Williams and Andersen, 1998). However, our results showed that emotional exhaustion was negatively related to the total number of injuries, and that physical fatigue and the number of injuries were not significantly related. These results differ from those observed in professional rugby players, as a significant positive relationship between emotional exhaustion and the number of injuries was reported (Cresswell and Eklund, 2005). These differences may be explained by the particularity of each professional context. It can be hypothesized that sources of emotional exhaustion in athletes are directly related to sport, whereas sources of emotional exhaustion in firefighters are related to emergency situations and work constraints. Another explanation could be that firefighters who are emotionally exhausted exercise less and thus have less risk of injury. Since this is a cross-sectional correlational study, more research is needed to determine causal relationships between these variables.

Last, we assumed that coping strategies would negatively predict the number of injuries. Our findings revealed that injuries were positively related to social support seeking and negatively related to problem-focused coping. No relationship between emotion-focused coping and the number of injuries was observed. The protective role of problem-focused coping with regard to injury suggested in the present study is consistent with previous findings in emergency work contexts (Marmar et al., 1996), and in sports reporting that this type of coping allows athletes to deal effectively with the adverse effects of stress on physical health (Williams and Andersen, 1998). The positive relationships between social support seeking and injuries lead to several interpretative assumptions.

Increased social support has generally been associated with reduced stress in this population (Varvel et al., 2007). However social support seeking can also reflect vulnerability states and therefore predispose individuals to low scores of well-being (Kaufmann and Beehr, 1989) or injury. Furthermore since our study is correlational and cross-sectional, it can also be assumed that firefighters with greater number of injuries could be seeking more social support. Further research is necessary to better understand the relationships between social support and injury, and identify in which conditions social support has a positive effect on health outcomes or burnout and in which conditions it might be a risk factor for injury.

This study has several limitations. First, the correlational design used informs us about the relationships between variables at some point in time but does not provide information about causal relationships. It would be interesting to conduct a longitudinal study to examine the nature of these relationships over time. Second, methodologies based on self-report measures, although they allow for relatively large samples (Mills and Huebner, 1998), have several inherent limitations. Self-report data are potentially subject to impression-management bias (Kendzierski, 1990), with participants, for example, trying to present themselves positively. Third, the volume of physical activity was self-reported. Future research could consider the use of activity monitoring devices to control the respective physical activity performed during both physical training and occupational training to extend the present findings. Although high rates of overweight and obesity have been reported among firefighters (Munir et al., 2012; Poston et al., 2011a; Soteriades et al., 2005), their associations with musculoskeletal injury incidence have led to contradictory findings (Jahnke et al., 2013b). In the present investigation, overweight and obesity were not assessed but only "operationally fit" firefighters were included, so we can assume that the occurrence of overweight and/or obese firefighters in this investigation was low; this concern should nonetheless be controlled for in future studies. Finally, the results obtained here are specific to the fire department assessed and any extrapolation to another fire department should be done with caution.

Prospectively, another interesting predictor of injury that would enrich the present study is personality traits. Previous studies have focused on the relationships between personality traits and burnout in emergency medical services (Pajonk et al., 2011) and between personality traits and coping (Connor-Smith and Flachsbart, 2007), but only one study to our knowledge has sought to investigate the associations between personality traits and injuries in firefighters (Gordon and Larivière, 2014). In line with these studies, it would be interesting to simultaneously examine the contribution of personality traits, burnout and coping and physical activity to explain firefighter injury. Finally, given that our questionnaire about injuries covered a relatively long period in the past, the firefighters may have underestimated the number of injuries. A prospective study might therefore provide greater insight into firefighter injuries (Twellaar et al., 1996).

5. Conclusion

The results of this study are relevant because they suggest that physical exercise, burnout, and coping strategies are likely to have significant effects on the musculoskeletal injuries of firefighters. More particularly, physical exercise, cognitive weariness and social support seeking may be risk factors for French firefighter injuries, whereas problem-focused coping appears as a protective factor. Physical exercise is mandatory to meet the high demands of firefighting, and our results suggest that future health promotion programs should manage the risks of injury, which are mainly

musculoskeletal. For example, strength training, proprioceptive training and multiple exposure programs were found to reduce the number of musculoskeletal injuries in sports competitors and army recruits (Lauersen et al., 2014). Although the optimal exercise program to prevent injury in firefighters has yet to be determined, it can be suggested that such a program should at least include both aerobic and strength/proprioception exercise. Future studies should therefore seek to identify the interventions best-suited to prevent injuries from occurring during physical exercise aimed at maintaining an adequate level of physical fitness in firefighters.

References

- Alexander, D.A., Klein, S., 2001. Ambulance personnel and critical incidents: Impact of accident and emergency work on mental health and emotional well-being. *Br. J. Psychiatry* 178 (1), 76–81. <http://dx.doi.org/10.1192/bjp.178.1.76>.
- Bos, J., Mol, E., Visser, B., Frings-Dresen, M., 2004. The physical demands upon (Dutch) fire-fighters in relation to the maximum acceptable energetic workload. *Ergonomics* 47 (4), 446–460. <http://dx.doi.org/10.1080/00140130310001643283>.
- Brown, J., Mulhern, G., Joseph, S., 2002. Incident-related stressors, locus of control, coping, and psychological distress among firefighters in Northern Ireland. *J. Trauma. Stress* 15 (2), 161–168. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1014816309959>.
- Clohesy, S., Ehlers, A., 1999. PTSD symptoms, response to intrusive memories and coping in ambulance service workers. *Br. J. Clin. Psychol.* 38 (3), 251–265. <http://dx.doi.org/10.1348/014466599162836>.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S.G., Aiken, L.S., 2003. *Applied Multiple Regression/correlation Analysis for the Behavioral Sciences*, 3rd Edition. LEA, Mahwah, N.J.
- Connor-Smith, J.K., Flachsbar, C., 2007. Relations between personality and coping: a meta-analysis. *J. Pers. Soc. Psychol.* 93 (6), 1080–1107. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.93.6.1080>.
- Cousson, F., Bruchon-Schweitzer, M., Quintard, B., Nuissier, J., Rasclé, N., 1996. Analyse multidimensionnelle d'une échelle de coping: validation française de la WCC (Ways of Coping Checklist). *Psychol. Française* 41 (2), 155–164.
- Cresswell, S.L., Eklund, R.C., 2005. Motivation and burnout in professional rugby players. *Res. Q. Exerc. Sport* 76 (3), 370–376. <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.2005.10599309>.
- Durand, G., Tsismenakis, A.J., Jahnke, S.A., Baur, D.M., Christophi, C.A., Kales, S.N., 2011. Firefighters' physical activity: relation to fitness and cardiovascular disease risk. *Med. Sci. Sports. Exerc* 43 (9), 1752–1759. <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e318215cf25>.
- Elliot, D.L., Goldberg, L., Kuehl, K.S., Moe, E.L., Breger, R.K.R., Pickering, M.A., 2007. The PHLAME (Promoting healthy lifestyles: alternative models' effects) firefighter study: outcomes of two models of behavior change. *J. Occup. Environ. Med.* 49 (2), 204–213.
- Giovanetti, J.M., Bembem, M., Bembem, D., Cramer, J., 2012. Relationship between estimated aerobic fitness and injury rates among active duty at an Air Force base based upon two separate measures of estimated cardiovascular fitness. *Mil. Med.* 177 (1), 36–40.
- Gledhill, N., Jamnik, V.K., 1992. Characterization of the physical demands of firefighting. *Can. J. Sport Sci.* 17 (3), 207–213.
- Gordon, H., Larivière, M., 2014. Physical and psychological determinants of injury in Ontario forest firefighters. *Occup. Med.* 64 (8), 583–588. <http://dx.doi.org/10.1093/occmed/kqu133>.
- Hootman, J.M., Macera, C.A., Ainsworth, B.E., Martin, M., Addy, C.L., Blair, S.N., 2001. Association among physical activity level, cardiorespiratory fitness, and risk of musculoskeletal injury. *Am. J. Epidemiol.* 154 (3), 251–258. <http://dx.doi.org/10.1093/aje/154.3.251>.
- Jahnke, S.A., Poston, W.S.C., Haddock, C.K., Jitnarin, N., 2013a. Injury among a population based sample of career firefighters in the central USA. *Inj. Prev.* 19 (6), 393–398. <http://dx.doi.org/10.1136/injuryprev-2012-040662>.
- Jahnke, S.A., Poston, W.S.C., Haddock, C.K., 2013b. Obesity and incident injury among career firefighters in the central United States. *Obesity* 21 (8), 1505–1508. <http://dx.doi.org/10.1002/oby.20436>.
- Karter, M.J., Badger, S.G., 2001. US firefighter injuries of 2000. *NFPA J.* 49–54.
- Karter, M.J., Molis, J.L., 2011. US Firefighter Injuries-2010. National Fire Protection Association, Fire Analysis and Research Division.
- Kaufmann, G.M., Beehr, T.A., 1989. Occupational stressors, individual strains and social support among police officers. *Hum. Relat.* 42 (2), 185–197. <http://dx.doi.org/10.1177/001872678904200205>.
- Kendzierski, D., 1990. Exercise self-schemata: cognitive and behavioral correlates. *Health Psychol.* 9 (1), 69–82. <http://dx.doi.org/10.1037/0278-6133.9.1.69>.
- Kuehl, K.S., Kisbu-Sakarya, Y., Elliot, D.L., Moe, E.L., Defrancesco, C.A., Mackinnon, D.P., Lockhart, G., Goldberg, L., Kuehl, H.E., 2012. Body mass index as a predictor of firefighter injury and workers' compensation claims. *J. Occup. Environ. Med.* 54 (5), 579–582. <http://dx.doi.org/10.1097/JOM.0b013e318249202d>.
- Lauersen, J.B., Bertelsen, D.M., Andersen, L.B., 2014. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br. J. Sports Med.* 48 (11), 871–877. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-092538>.
- Lazarus, R.S., Folkman, S., 1984. *Stress, Appraisal, and Coping*. Springer Publishing Company LLC.
- Leffer, M., Grizzell, T., 2010. Implementation of a physician-organized wellness regime (POWR) enforcing the 2007 NFPA standard 1582: injury rate reduction and associated cost savings. *J. Occup. Environ. Med.* 52 (3), 336–339.
- Lourel, M., Abdellaoui, S., Chevalyere, S., Paltrier, M., Gana, K., 2008. Relationships between psychological job demands, job control and burnout among firefighters. *North Am. J. Psych.* 10 (3), 489–496.
- Maguire, B.J., Hunting, K.L., Guidotti, T.L., Smith, G.S., 2005. Occupational injuries among emergency medical services personnel. *Prehosp. Emerg. Care* 9 (4), 405–411. <http://dx.doi.org/10.1080/10903120500255065>.
- Marmar, C.R., Weiss, D.S., Metzler, T.J., Delucchi, K., 1996. Characteristics of emergency services personnel related to peritraumatic dissociation during critical incident exposure. *Am. J. Psychiatry* 153 94–102.
- Melius, J.M., 1994. Cardiovascular disease among firefighters. *Occup. Med.* 10 (4), 821–827.
- Mills, L.B., Huebner, E.S., 1998. A prospective study of personality characteristics, occupational stressors, and burnout among school psychology practitioners. *J. Sch. Psychol.* 36 (1), 103–120. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-4405\(97\)00053-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-4405(97)00053-8).
- Munir, F., Clemes, S., Houdmont, J., Randall, R., 2012. Overweight and obesity in UK firefighters. *Occup. Med.* 62 (5), 362–365. <http://dx.doi.org/10.1093/occmed/kqs077>.
- Orris, P., Melius, J., Duffy, R.M., 1995. Fire-fighters' Safety and Health. *Occupational Medicine: State of the Art Reviews*. Hanley & Belfus, Philadelphia, PA, pp. 742–762.
- Pajonk, F.G., Cransac, P., Müller, V., Teichmann, A., Meyer, W., 2011. Trauma and stress-related disorders in German emergency physicians: the predictive role of personality factors. *Int. J. Emerg. Ment. Health* 14 (4), 257–268.
- Poplin, G.S., Harris, R.B., Pollack, K.M., Peate, W.F., Burgess, J.L., 2011. Beyond the fireground: Injuries in the US fire service. *Inj. Prev.* 18, 228–233. <http://dx.doi.org/10.1136/injuryprev-2011-040149>.
- Poplin, G.S., Roe, D.J., Burgess, J.L., Peate, W.F., Harris, R.B., 2015. Fire fit: assessing comprehensive fitness and injury risk in the fire service. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 1–9. <http://dx.doi.org/10.1007/s00420-015-1068-4>.
- Poplin, G.S., Roe, D.J., Peate, W., Harris, R.B., Burgess, J.L., 2014. The association of aerobic fitness with injuries in the fire service. *Am. J. Epidemiol.* 179, 149–155. <http://dx.doi.org/10.1093/aje/kwt213>.
- Poston, W.S., Haddock, C.K., Jahnke, S.A., Jitnarin, N., Day, R.S., 2013. An examination of the benefits of health promotion programs for the national fire service. *BMC Public Health* 13, 805. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-13-805>.
- Poston, W.S.C., Haddock, C.K., Jahnke, S.A., Jitnarin, N., Tuley, B.C., Kales, S.N., 2011a. The prevalence of overweight, obesity, and substandard fitness in a population-based firefighter cohort. *J. Occup. Environ. Med.* 53 (3), 266–273. <http://dx.doi.org/10.1097/JOM.0b013e31820af362>.
- Poston, W.S.C., Jitnarin, N., Haddock, C.K., Jahnke, S.A., Tuley, B.C., 2011b. Obesity and injury-related absenteeism in a population-based firefighter cohort. *Obesity* 19 (10), 2076–2081. <http://dx.doi.org/10.1038/oby.2011.147>.
- Pourmy, C., 2003. Rapport général de mission sur la sécurité des pompiers en intervention. Paris (France), Ministère de l'Intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales 2003.
- Prati, G., Pietrantonio, L., 2010. The relation of perceived and received social support to mental health among first responders: a meta-analytic review. *J. Community Psychol.* 38 (3), 403–417. <http://dx.doi.org/10.1002/jcop.20371>.
- Reichelt, P.A., Conrad, K.M., 1994. Musculoskeletal injury: ergonomics and physical fitness in firefighters. *Occup. Med.* 10 (4), 735–746.
- Schaufeli, W.B., Buunk, B.P., 2003. Burnout: an Overview of 25 Years of Research and Theorizing. *The Handbook of Work and Health Psychology*, 2, pp. 282–424.
- Shirom, A., 1989. In: Cooper, C.L., Robertson (Eds.), *Burnout in Work Organizations*. International Review of Industrial and Organization Psychology. Wiley, New York, NY, pp. 25–48.
- Shirom, A., Melamed, S.A., 2006. Comparison of the construct validity of two burnout measures in two groups of professionals. *Int. J. Stress Manage* 13 (2), 176–200. <http://dx.doi.org/10.1037/1072-5245.13.2.176>.
- Smith, D.L., 2011. Firefighter fitness: improving performance and preventing injuries and fatalities. *Curr. Sports Med. Rep.* 10 (3), 167–172. <http://dx.doi.org/10.1249/JSR.0b013e31821a9fec>.
- Soteriades, E.S., Hauser, R., Kawachi, I., Liarokapis, D., Christiani, D.C., Kales, S.N., 2005. Obesity and cardiovascular disease risk factors in firefighters: a prospective cohort study. *Obes. Res.* 13 (10), 1756–1763. <http://dx.doi.org/10.1038/oby.2005.214>.
- Twellaar, M., Verstappen, F.T., Huson, A., 1996. Is prevention of sports injuries a realistic goal? A four-year prospective investigation of sports injuries among physical education students. *Am. J. Sport Med.* 24 (4), 528–534. <http://dx.doi.org/10.1177/036354659602400419>.
- Varvel, S.J., He, Y., Shannon, J.K., Tager, D., Bledman, R.A., Chaichanasakul, A., Mendoza, M.M., Mallinckrodt, B., 2007. Multidimensional threshold effects of social support in firefighters: Is more support invariably better? *J. Couns. Psychol.* 54 (4), 458–465. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0167.54.4.458>.
- Williams, J.M., Andersen, M.B., 1998. Psychosocial antecedents of sport injury: review and critique of the stress and injury model. *J. Appl. Sport Psychol.* 10 (1), 5–25. <http://dx.doi.org/10.1080/10413209808406375>.
- Young, P.M., Partington, S., Wetherell, M.A., St Clair Gibson, A., Partington, E., 2014. Stressors and coping strategies of U.K. firefighters during on-duty incidents. *Stress Health* 30 (5), 366–376. <http://dx.doi.org/10.1002/smi.2616>.

Synthèse de l'étude 3

L'objectif principal de cette étude était d'une part, de caractériser la nature et la localisation des blessures et d'autre part, d'examiner les rôles de l'exercice physique, des stratégies de coping, de l'épuisement professionnel, et de la perception du risque sur les blessures de SP professionnels. Un total de 220 SP professionnels masculins âgés de 20 à 62 ans ($M = 36.23$ ans ; $SD = 6.94$) ont répondu volontairement à une enquête par questionnaire. Les variables mesurées sont : (a) le nombre d'heures d'AP par semaine ; (b) les stratégies de coping ; (c) l'épuisement professionnel ; (d) le nombre total de blessures nécessitant un arrêt de travail (nature et localisation) ; et (e) l'ancienneté des SP.

Les résultats indiquent que la principale blessure recensée est l'entorse (98%), et plus particulièrement l'entorse de la cheville (77%). En moyenne, les SP se sont blessés à 4 reprises au cours de leur carrière. Les régressions multiples révèlent une relation significative entre le nombre total de blessures et (a) le nombre total d'heures d'AP ($\beta = .07$, $p < .01$), (b) le soutien social ($\beta = .12$, $p < .01$), (c) le coping orienté vers le problème ($\beta = -.10$, $p < .05$), (d) la lassitude cognitive ($\beta = .12$, $p < .01$), et (e) l'épuisement émotionnel ($\beta = -.11$, $p < .01$).

Ainsi, cette étude souligne que, comme pour les sportifs de haut niveau, le nombre d'heures d'exercice physique augmenterait le risque de blessure chez les SP professionnels français. De plus, la lassitude cognitive serait un facteur de risque, alors que le coping centré sur le problème serait un facteur protecteur de la blessure, confirmant la littérature relative à cette problématique chez les sportifs. Toutefois, les rôles du soutien social et de l'épuisement

émotionnel sont contraires à ceux rapportés dans la littérature et nécessitent des investigations complémentaires. Le caractère non contextualisé des mesures des blessures et du burnout pourrait expliquer de telles différences. Cette étude souligne l'importance du burnout dans l'explication des blessures des SP. Ainsi, nous nous sommes intéressés aux antécédents du burnout dans notre quatrième étude. Cette étude, a eu pour objet d'examiner le rôle médiateur des buts d'accomplissement dans la relation entre les traits de personnalité et le burnout.

ETUDE 4 - The Big Five Personality Traits and French Firefighter's Burnout: The Mediating Role of Achievement Goals¹

¹ Cet article a fait l'objet d'une publication :

Vaulerin, J., Colson, S. S., Emile, M., Mériaux-Scoffier, S., & d'Arripe-Longueville, F. The Big Five personality traits and French firefighter's burnout: The mediating role of achievement goals. *Journal of Occupational Environment and Medecine*, 58(4), 128-132.

The Big Five Personality Traits and French Firefighter Burnout

The Mediating Role of Achievement Goals

Jérôme Vaulerin, PhD Student, Serge S. Colson, Mélanie Emile, PhD, Stéphanie Scoffier-Mériaux, PhD, and Fabienne d'Arripe-Longueville

Objectives: We investigated the associations between the Big Five personality traits and occupational burnout in firefighters and the mediating role of achievement goals in this relationship. **Methods:** Two hundred twenty male firefighters from 20 to 62 years old participated and mediation analyses were performed. **Results:** The results showed that neuroticism was positively related to the three dimensions of burnout, both directly and through mastery avoidance goals. Mastery approach goals mediated the relationships between conscientiousness and physical fatigue and between openness to experience and physical fatigue. **Conclusion:** Three of the Big Five personality traits, neuroticism, conscientiousness and openness to experience, and achievement goals, may be important factors in understanding and preventing firefighter burnout.

Firefighters are among the employees most exposed to traumatic stressors and are likely to experience burnout with relative frequency.¹⁻³ Between 6% and 22% of firefighters suffer from post-traumatic stress disorders.^{4,5} According to Shirom,⁶ burnout is an affective reaction to ongoing stress whose core content is the gradual depletion of the individual's intrinsic energetic resources over time. This author explained that burnout has been conceptualized on the basis of "conservation of resources theory" (COR theory⁷⁻⁹), which takes into account physical, emotional, and cognitive energetic resources. COR theory assumes that people have a basic motivation to obtain, retain, and protect their resources (ie, free time, feeling that one is accomplishing one's goals and many more⁹). The physiological and environmental demands on professional firefighters and their risks of job-related health consequences have frequently been reported.¹⁰⁻¹² Recent research on firefighters has shown that job demands and job control predict emotional exhaustion and depersonalization.¹³

Although the impact of job demands and control on firefighter burnout has been investigated,^{1,13} the role of personal antecedents has been little explored. In this study, we focused on the joint impact of personality traits and achievement goals on firefighter burnout. Personality research has focused on the Big Five model, which presents the five factors of personality: extraversion, agreeableness, conscientiousness, neuroticism, and openness to experience.¹⁴ Nowadays, the Big Five model is considered to be the best compromise, covering most personality descriptions,^{15,16} and several meta-analyses have shown a relationship between personality traits and burnout.¹⁷⁻¹⁹ For example, neurotic persons are described as being hypersensitive, anxious, and with a negative effect, and are at risk for burnout. Individuals who are open to experience have a positive attitude toward learning and are less likely to experience burnout, especially emotional exhaustion

and depersonalization.¹⁸ Conscientiousness is defined as self-discipline, dutifulness, and personal competence, and was found to be negatively related to the dimensions of burnout.²⁰ Extraversion characterizes an optimistic and active person, and it was found to be related to low burnout scores.²¹ Agreeableness is characterized by altruism, empathy, cooperation, and helpfulness and was also negatively associated with burnout.¹⁸ Although several studies have focused on the relationships between personality traits and burnout in different jobs such as emergency medical service,²² information about this linkage in firefighters has been sparsely documented.

Another important psychosocial antecedent of burnout is the achievement goals. Initially, achievement goals were assumed to be of two types: mastery and performance.^{23,24} The fundamental difference in these goal types is how individuals define their competence in a given achievement situation. Mastery goals have task-referenced and self-referenced competence standards, whereas performance goals are grounded in other-referenced competence standards. The theory of achievement goals was further developed to account for goal valence, which emphasizes the tendencies to approach competence and avoid incompetence. The two definitions of competence and the two types of valence converged to the current theoretical approach known as the 2 × 2 achievement goals framework.²⁵ Consequently, four types of goals are distinguished: mastery approach (MAp), mastery avoidance (MAv), performance approach (PAp), and performance avoidance (PAv).

In the sports domain, a study²⁶ showed that individuals oriented toward MAp goals reported fewer burnout symptoms, whereas those who adopted MAv goals were more likely to experience burnout. Moreover, in the education field, a recent study²⁷ reported that all four dimensions of goal orientation were related to burnout. More specifically, these authors found that avoidance-related dimensions were positively associated with burnout, while approach-related dimensions were negatively related to burnout. In addition, they showed that individuals with avoidance achievement goals were disposed to interpret negative events as threats and were less equipped or disposed to develop slack resources (eg, social support). Although the relationships between achievement goals and burnout have been studied in both sports and educational environments, they have not yet been explored in professional contexts such as firefighting. Yet examining this possibility would be of particular relevance for firefighters, as achievement goals have been found to be related to other psychological health variables such as mental well-being in this population.²

Interestingly, a few studies have reported that personality traits are related to achievement goals. In the work context, extraversion was positively related to PAp goal orientation, while neuroticism was positively related to avoidance (ie, MAv and PAv) goal orientation.²⁸ Moreover, learning goal orientation was positively associated with openness to experience and conscientiousness.²⁹ Recently, a study³⁰ demonstrated that (1) conscientiousness was strongly and positively related to MAp goals, (2) agreeableness was positively related to MAp goals and negatively related to PAp goals, and (3) neuroticism was positively related to both PAv, PAp, and MAv goals.

From the University of Nice-Sophia Antipolis and University of Toulon, Lamhess, France.

The authors report no conflicts of interest.

Address correspondence to: Jérôme Vaulerin, University of Nice-Sophia Antipolis, Laboratory of Human Motricity Expertise Sport and Health (EA 6312), Faculty of Sport Sciences, 261, route du Mercantour B.P. 32 59, 06205 Nice Cedex 03, France (jvaulerin@unice.fr).

Copyright © 2016 American College of Occupational and Environmental Medicine

DOI: 10.1097/JOM.0000000000000679

In sum, although previous studies have shown that personality traits and achievement goals are associated with burnout independently, little is known about their joint influence on burnout, specifically in the firefighting context. Furthermore, the way in which achievement goals might mediate the relationships between personality traits and burnout is unknown. In the current study, we sought to fill this gap in the literature by directly examining (1) the relationships between personality traits, achievement goals, and burnout, and (2) the extent to which the relationships between personality traits and burnout might be mediated by specific achievement goals. Specifically, we tested the following hypotheses. First, given that neuroticism is positively associated with MAV goals³⁰ and burnout,¹⁷⁻¹⁹ we predicted that neuroticism would be positively related to burnout, both directly and through MAV goals. Second, because openness to experience is negatively related to emotional exhaustion and depersonalization¹⁸ and positively to learning goal orientation,²⁹ we predicted that openness would be negatively related to burnout, both directly and through MAV goals. Third, conscientiousness was shown to be positively associated with MAP goals³⁰ and negatively related to burnout.^{17,19} Hence, we assumed that conscientiousness would be negatively associated with burnout both directly and via MAP goals. Fourth, extraversion was found to be positively related to MAP goals³⁰ and negatively to burnout.¹⁷ Thus, we hypothesized that extraversion would be negatively linked to burnout, both directly and through the mediating role of MAP goals. Last, individuals with low scores for agreeableness are more prone to experience job burnout,¹⁸ and McCabe et al³⁰ revealed a positive relationship between agreeableness and MAP goals. Hence, we hypothesized that agreeableness would be negatively related to burnout, both directly and through MAP goals.

METHODS

Participants and Procedures

A total of 220 firefighters from 20 to 62 years old ($M_{\text{age}} = 36.23$ years; $SD = 6.94$) working in a Fire Department and Rescue Service of the south of France participated in this retrospective study on a voluntary basis and completed a questionnaire. The participants met the following inclusion criteria: (1) to be on duty; (2) in an operational section; and (3) able to complete the questionnaire in one sitting (ie, not called out on a mission). The exclusion criteria were to be operationally unfit or a firefighter officer. Written informed consent was obtained from all participants. The research procedure was approved by the University of Nice Sophia-Antipolis research ethics board. Anonymously structured questionnaires were filled out by the participants. An investigator was present to assist participants and answer any questions. The average time to completion was 30 minutes.

Measures

Personality Traits

The Big Five personality traits were measured using the corresponding Big Five Inventory (BFI) developed by John and Srivastava³¹ and validated in French (BFI-Fr) by Plaisant, Courtois, Réveillère, Mendelsohn, and John.³² This questionnaire consists of 45 items divided into five subscales: (1) eight items measure extraversion (eg, "I am talkative"); (2) 10 items measure agreeableness (eg, "I tend to find fault with others"); (c) nine items measure conscientiousness (eg, "I do a thorough job"); (d) eight items measure neuroticism (eg, "I am depressed, blue"); and (e) 10 items measure openness to experience (eg, "I see myself as someone who is creative, full of original ideas"). Participants responded on a five-point Likert scale ranging from 1 (completely disagree) to 5 (completely agree). The internal consistency of each subscale was satisfactory

($\alpha_{\text{extraversion}} = 0.80$, $\alpha_{\text{agreeableness}} = 0.86$, $\alpha_{\text{conscientiousness}} = 0.79$, $\alpha_{\text{neuroticism}} = 0.90$, $\alpha_{\text{openness to experience}} = 0.82$).

Achievement Goals

The French Achievement Goals Questionnaire for Sport and Exercise (FAGQSE³³) was adapted to firefighters and was used to assess the four goals in the 2×2 model. Each item was adapted to the firefighting context by replacing, for example, the word "teachers" by "firefighters." Three items assess each goal: (1) MAP (eg, "I want to improve myself"); (2) PAP (eg, "I want to do better than other firefighters"); (3) MAV (eg, "I'm worried about not being able to progress in my job"); and (4) PAV (eg, "I want to avoid performing worse than other firefighters"). Participants answered on a six-point Likert scale ranging from 1 (completely disagree) to 6 (completely agree). Each subscale presented good reliability ($\alpha_{\text{MAP}} = 0.89$, $\alpha_{\text{PAP}} = 0.90$, $\alpha_{\text{MAV}} = 0.88$, $\alpha_{\text{PAV}} = 0.89$). Confirmatory factor analyses (CFA) were performed with AMOS 21.0 (Arbuckle, 2006) to test the factorial structure of the scale. The model presented a good fit to the data [$\chi^2(48) = 63.06$, $P = 0.71$, $N = 220$, $\text{NNFI} = 0.951$, $\text{CFI} = 0.988$, $\text{RMSEA} = 0.038$, $\text{CI RMSEA} = 0.00/0.078$].

Occupational Burnout

Burnout was measured with the Shirom Melamed Burnout Measure (SMBM³⁴). The questionnaire includes three subscales: (1) three items measure emotional exhaustion (eg, "feeling lacking the energy to display empathy to others at work"); (2) five items measure cognitive weariness (eg, "feelings of reduced mental agility on the job"); and (3) six items measure physical fatigue (eg, "feeling tiredness and low energy at work"). This last dimension could be important in the present investigation given that firefighters may experience more physical fatigue than those in other jobs. Participants answered on a six-point Likert scale ranging from 1 (completely disagree) to 6 (completely agree). Each subscale presented good reliability ($\alpha_{\text{physical fatigue}} = 0.89$, $\alpha_{\text{emotional exhaustion}} = 0.90$, $\alpha_{\text{cognitive weariness}} = 0.88$).

Control Variable

As age has been found to be related to burnout dimensions in workers,²¹ it was considered as a control variable in this study.

Data Analysis

Mediation analyses were performed to assess the potential mediating role of personality traits on achievement goals and burnout following the bootstrap procedure outlined³⁵ and through the use of the "INDIRECT" macro in SPSS.³⁶ In this study, the bootstrap procedure resampled the data 5000 times and calculated the indirect effect for each sample; significance could be seen in that the 95% confidence interval (95% CI) is assumed to indicate significant indirect effects if it does not include zero.³⁵ Bootstrapping is a nonparametric resampling procedure that involves repeatedly sampling from the data set and estimating the indirect effects in each resampled data set.³⁷ An empirical approximation of the sampling distribution of indirect effects is generated and used to construct bias-corrected and accelerated 95% CI for the indirect effects.

RESULTS

Descriptive Statistics

Means, standard deviations for each dependent variable and correlations between variables are presented in Table 1. Consistent with our predictions, (1) neuroticism was positively correlated with physical activity, emotional exhaustion, and cognitive weariness; (2) openness to experience was positively correlated with MAP goals;

TABLE 1. Means, Standard Deviations, and Matrix of Pearson r Correlation Coefficients Between the Variables (N=220)

	M	SD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Neuroticism	2.80	0.58	—											
2. Openness to experience	3.18	0.56	0.16 ^a	—										
3. Conscientiousness	3.46	0.39	0.14 ^a	0.23 ^b	—									
4. Extraversion	3.30	0.46	0.14 ^a	0.43 ^b	0.35 ^b	—								
5. Agreeableness	3.00	0.43	0.22 ^b	0.24 ^b	0.25 ^b	0.21 ^b	—							
6. Mastery approach	4.73	1.15	-0.02	0.21 ^b	-0.02	0.21 ^b	0.28 ^b	—						
7. Mastery avoidance	2.04	1.08	0.13	0.03	-0.04	0.08	0.06	0.09	—					
8. Performance approach	3.56	1.50	0.02	0.01	-0.05	0.02	0.10	0.42 ^b	0.27 ^b	—				
9. Performance avoidance	2.72	1.55	-0.02	-0.03	0.04	-0.02	0.13	0.24 ^b	0.36 ^b	0.56 ^b	—			
10. Physical fatigue	1.74	0.85	0.27 ^b	0.00	-0.03	-0.10	0.08	-0.17	0.26 ^b	-0.04	0.04	—		
11. Cognitive weariness	1.48	0.78	0.23 ^b	-0.05	-0.11	-0.08	0.03	-0.18	0.35 ^b	-0.04	0.11	0.66 ^b	—	
12. Emotional exhaustion	1.70	0.85	0.19 ^b	-0.04	-0.10	-0.06	0.01	-0.15	0.20 ^b	0.01	0.04	0.41 ^b	0.57 ^b	—

^aP < 0.05.
^bP < 0.01.

(3) conscientiousness was positively correlated with MAv goals; (4) extraversion was positively correlated with MAv goals; and (5) MAV goals were positively correlated with physical activity, emotional exhaustion, and cognitive weariness. However, no significant relationships between agreeableness and achievement goals were observed.

Mediation Analyses

The bootstrap mediation analyses revealed the mediating role of MAV and MAV goals between personality traits (ie, neuroticism, openness to experience, and conscientiousness) and burnout (see Table 2). Age did not impact personality traits, achievement goals, or burnout variables in this study. Specifically, (1) neuroticism predicted MAV goals (a-path); (2) MAV goals predicted the three dimensions of burnout (ie, emotional exhaustion, cognitive weariness, physical fatigue) (b-path); and (3) neuroticism directly predicted burnout (c' path). Second, (1) openness to experience predicted MAV goals (a-path) and (2) MAV goals predicted physical fatigue (b-path). Last, (1) conscientiousness predicted MAV goals (a-path) and (2) MAV goals predicted physical fatigue (b-path). MAV goals explained between 9.8% and 10.1% of the variance in physical fatigue. MAV goals explained 10.4% of the variance in emotional exhaustion, 13.1% of the variance in physical fatigue, and 18.2% of the variance in cognitive weariness. The results of the bootstrap mediation analyses are presented in Table 2.

DISCUSSION

This study is the first to examine the personality-burnout link directly and through the mediating role of achievement goals in firefighters. We assumed that personality traits would be positively related to burnout, both directly and via achievement goals. More particularly, we expected that (1) neuroticism would be positively associated with burnout, both directly and indirectly through MAV goals; (2) openness to experience would be negatively related to burnout, both directly and via MAV goals; (3) conscientiousness would be negatively linked to burnout, both directly and indirectly through MAV goals; (4) extraversion would be negatively associated with burnout, both directly and indirectly through MAV goals; and (5) agreeableness would be negatively related to burnout, both directly and via MAV goals.

Several findings of this work were consistent with our predictions and establish a number of interesting associations between the Big Five personality traits, the 2 × 2 achievement goals, and firefighter burnout. We also demonstrated that some significant relationships between personality traits and burnout are mediated by achievement goals (ie, MAV and MAV). Specifically, neuroticism was related to the three dimensions of burnout (ie, emotional exhaustion, cognitive weariness, and physical fatigue) both directly and through MAV goals. In addition, openness to experience and conscientiousness were associated with physical fatigue via MAV goals.

TABLE 2. The Relationships Between Personality Traits and Burnout as Mediated by Achievement Goals

X	M	Y	Indirect Effect			a Path		b Path		c' Path		R ²
			B	LLCI	ULCI	b	t	b	t	b	t	
Neuroticism	MAV	Emotional exhaustion	0.04	0.00	0.10	0.24	1.95 ^c	0.14	2.75 ^a	0.25	2.52 ^b	10.44
Neuroticism	MAV	Physical fatigue	0.05	0.00	0.12	0.24	1.95 ^c	0.18	3.63 ^a	0.35	3.75 ^c	13.10
Neuroticism	MAV	Cognitive weariness	0.06	0.00	0.15	0.24	1.95 ^c	0.23	5.24 ^a	0.25	2.91 ^b	18.23
Openness to experience	MAV	Physical fatigue	-0.06	-0.12	-0.00	0.44	3.25 ^b	-0.13	-2.59 ^c	0.07	0.62	10.12
Conscientiousness	MAV	Physical fatigue	-0.10	-0.26	-0.00	0.81	4.31 ^a	-0.12	-2.40 ^c	0.05	0.31	9.78

a path, predictor variable to mediator variable; b, unstandardized beta coefficient; b path, mediator variable to outcome variable; c' path, direct effect; LLCI, lower limit confidence interval; M, mediator; MAV, mastery approach goals; MAV, mastery avoidance goals; ULCI, upper limit confidence interval; X, predictor variable; Y, outcome variable.
^aP < 0.001.
^bP < 0.01.
^cP < 0.05.

The finding that neuroticism was directly and positively associated with the three dimensions of burnout is consistent with previous studies and provides support for the assumption that it is a strong predictor of burnout.^{17–19,38} An original finding of the present study is that neuroticism was also indirectly associated with burnout through MAV goals. These results are partly in accordance with those of McCabe et al,³⁰ who also reported a positive relationship between neuroticism and MAV goals in students, but did not measure burnout. Our findings thus suggest that neuroticism is a risk factor for burnout in firefighters both directly and through the mediating role of MAV goals.

Our results further showed that both openness to experience and conscientiousness were indirectly related to physical fatigue through MAP goals. Direct associations between openness to experience and two of the burnout dimensions (ie, emotional exhaustion and depersonalization¹⁸), and between conscientiousness and the dimensions of burnout in health care employees²⁰ and students,³⁹ have been previously reported. Although such direct relationships between these personality traits and burnout were not observed in the present study, we found a significant mediating role of MAP goals. This finding is in line with previous work indicating that openness to experience is positively associated with MAP goals²⁹ and that MAP goals are associated with less burnout.²⁷

Taken together, these findings suggest that both openness to experience and conscientiousness protect firefighters from burnout through the pursuit of MAP goals. Nevertheless, the expected direct or indirect relationships between each personality trait (ie, agreeableness and extraversion) and the three dimensions of burnout were not observed. These results are inconsistent with the literature.¹⁹ The discrepant findings in the literature regarding the direct or indirect associations between the Big Five personality traits and burnout might be due to the type of burnout measure that was used (Malasch Burnout Inventory vs SMBM³⁴) and/or the specificity of the professional context.

This study has several methodological limitations regarding the results. First, the self-reported measures used in this study have the disadvantage of leading respondents toward responses (ie, Likert scale) and the findings may thus be biased by social desirability (ie, a tendency to present favorably with regard to social standards). In addition, as the achievement goal scale (ie, the FAGQSE) was adapted to firefighters, its construct validity and temporal stability will need to be confirmed in future studies. Furthermore, the survey was completed on workdays and may have caused additional stress for the firefighters, given that they could have been called out for an emergency rescue at any time. Second, as we used a cross-sectional design, causality could not be deduced from the observed relationships. It would therefore be interesting to conduct a longitudinal study to examine the nature of these relations. Third, the results are specific to the characteristics of our sample, thus limiting the generalization of the present findings to other countries.

Future research should replicate this study with women firefighters from different countries to strengthen the generalization of the results. Examining the influence of other mediators such as physiological factors (ie, heart rate) in the relationship between personality traits and burnout might also prove worthwhile. A longitudinal study would provide greater insight into the mediating role of achievement goals in the relationships between personality traits and burnout over time. Last, it would be interesting to investigate the interactions between contextual (eg, perceived working conditions) and personal variables in predicting burnout outcomes.

CONCLUSION

The results of this study expand our understanding of burnout in firefighters. Indeed, our results enrich the literature by

emphasizing the mediating role of achievement goals between personality traits and burnout in the specific context of firefighting. First, we demonstrate that neuroticism and MAV goals should be considered as risk factors for burnout in firefighters, while openness to experience, conscientiousness, and MAP goals are protective factors. Second, we highlight that only neuroticism is linked to the three dimensions of burnout (ie, emotional exhaustion, cognitive weariness, and physical fatigue) both directly and through MAV goals. Third, we show that openness to experience and conscientiousness are associated with physical fatigue via MAP goals. Taken as a whole, these findings yield a number of insights with potential practical implications on the dynamic interplay between personality and 2 × 2 achievement goals, as well as on their joint influence on burnout.

REFERENCES

- Alexander DA, Klein S. Ambulance personnel and critical incidents: Impact of accident and emergency work on mental health and emotional well-being. *Br J Psychiatry*. 2001;178:76–81.
- Landen SM, Wang CCDC. Adult attachment, work cohesion, coping, and psychological well-being of firefighters. *Counsel Psychol Quart*. 2010;23:143–162.
- Van Der Ploeg E, Kleber RJ. Acute and chronic job stressors among ambulance personnel: predictors of health symptoms. *Occup Environ Med*. 2003;60:40–46.
- Cornell W, Beaton R, Murphy S, et al. Exposure to traumatic incidents and prevalence of posttraumatic stress symptomatology in urban firefighters in two countries. *J Occup Health Psychol*. 1999;4:131–141.
- Del Ben KS, Scotti JR, Chen YC, Fortson BL. Prevalence of posttraumatic stress disorder symptoms in firefighters. *Work Stress*. 2006;20:37–48.
- Shirom A. Burnout in work organizations. In: Cooper CL, Robertson I, editors. *International Review of Industrial and Organization Psychology*. New York, NY: Wiley; 1989. p. 25–48.
- Hobfoll SE, Shirom A. Stress and burnout in work organizations. In: Golembiewski RT, editor. *Handbook of Organization Behavior*. New York: Dekker; 1993. p. 41–61.
- Hobfoll SE, Shirom A. Conservation of resources theory: Applications to stress and management in the workplace. In: Golembiewski RT, editor. *Handbook of Organization Behavior [2nd Rev. ed.]*. New York: Dekker; 2000. p. 57–81.
- Hobfoll SE. The influence of culture, community, and the nested-self in the stress process: advancing conservation of resources theory. *Appl Psychol*. 2001;50:337–421.
- Punakallio A, Lusa-Moser S, Louhevaara V. Fire-fighting and rescue work in emergency situations and ergonomics. *Blood*. 2001;37:0–1.
- Wu HC, Wang MJJ. Determining the maximum acceptable work duration for high-intensity work. *Eur J Appl Physiol*. 2001;85:339–344.
- Wu HC, Wang MJJ. Relationship between maximum acceptable work time and physical workload. *Ergonomics*. 2002;45:280–289.
- Lourel M, Abdellaoui S, Chevalere S, et al. Relationships between psychological job demands, job control and burnout among firefighters. *North Am J Psychol*. 2008;10:489–496.
- McCrae RR, Costa PT. *Personality in Adulthood*. New York: The Guilford Press; 1990.
- Guelfi JD. Troubles de la personnalité. [Personality disorders]. In: Guelfi JD, Rouillon F, editors. *Manuel de Psychiatrie*. Paris: Masson; 2006. p. 323–325.
- Rolland JP. L'évaluation de la personnalité. Le modèle en cinq facteurs. [The Assessment of Personality. The Five-factor Model]. Belgique: Mardaga, Sprimont; 2004.
- Alarcon G, Eschleman KJ, Bowling NA. Relationships between personality variables and burnout: a meta-analysis. *Work Stress*. 2009;23:244–263.
- Swider BW, Zimmerman RD. Born to burnout: a meta-analytic path model of personality, job burnout, and work outcomes. *J Vocat Behav*. 2010;76:487–506.
- You X, Huang J, Wang Y, Bao X. Relationships between individual-level factors and burnout: a meta-analysis of Chinese participants. *Pers Individ Dif*. 2015;74:139–145.
- Azeem SM. Conscientiousness, neuroticism and burnout among healthcare employees. *Int J Acad Res Business Soc Sc*. 2013;3:467–477.
- Maslach C, Schaufeli WB, Leiter MP. Job burnout. *Annu Rev Psychol*. 2001;52:397–422.

22. Pajonk FG, Cransac P, Müller V, et al. Trauma and stress-related disorders in German emergency physicians: the predictive role of personality factors. *Int J Emerg Ment Health*. 2011;14:257–268.
23. Dweck CS. Motivational processes affecting learning. *Am Psychol*. 1986;41:1040–1048.
24. Nicholls JG. Achievement motivation: conceptions of ability, subjective experience, task choice, and performance. *Psychol Rev*. 1984;91:328–346.
25. Elliot AJ, McGregor HA. A 2 × 2 achievement goal framework. *J Pers and Soc Psychol*. 2001;80:501–519.
26. Isoard-Gautheur S, Guillet-Descas E, Duda JL. How to achieve in elite training centers without burning out? An achievement goal theory perspective. *Psychol Sport Exerc*. 2013;14:72–83.
27. Naidoo LJ, DeCriscio A, Bily H, et al. The 2 × 2 model of goal orientation and burnout: the role of approach–avoidance dimensions in predicting burnout. *J Appl Soc Psychol*. 2012;42:2541–2563.
28. Wang M, Erdheim J. Does the five-factor model of personality relate to goal orientation? *Pers Individ Dif*. 2007;43:1493–1505.
29. Payne SC, Youngcourt SS, Beaubien JM. A meta-analytic examination of the goal orientation nomological net. *J Appl Psychol*. 2007;92:128–150.
30. McCabe KO, Van Yperen NW, Elliot AJ, Verbraak M. Big Five personality profiles of context-specific achievement goals. *J Res Pers*. 2013;47:698–707.
31. John OP, Srivastava S. The Big Five Trait Taxonomy: History, Measurement, and Theoretical Perspectives. In: Pervin LA, John OP, editors. *Handbook of Personality Theory and Research*. New York: Guilford Press; 1999; 2:102–138.
32. Plaisant O, Courtois R, Réveillère C, et al. Validation par analyse factorielle du Big Five Inventory français (BFI-Fr) Analyse convergente avec le NEO-PI-R. [Factor structure and internal reliability of the French Big Five Inventory (BFI-Fr). Convergent and discriminant validation with the NEO-PI-R]. *Annal Médico-Psychol Rev Psychiatr*. 2010;168:97–106.
33. Riou F, Boiché J, Doron J, et al. Development and Validation of the French Achievement Goals Questionnaire for Sport and Exercise (FAGQSE). *Eur J Psychol Assess*. 2012;28:313–320.
34. Shirom A, Melamed SA. Comparison of the construct validity of two burnout measures in two groups of professionals. *Int J Stress Manage*. 2006;13:176–200.
35. Preacher KJ, Hayes AF. SPSS and SAS procedures for estimating indirect effects in simple mediation models. *Behav Res Methods Instrum Comput*. 2004;36:717–731.
36. Hayes AF. PROCESS: A Versatile Computational Tool for Observed Variable Mediation, Moderation, and Conditional Process Modeling [White paper] Columbus, OH: The Ohio State University; 2012. Available at: <http://www.afhayes.com/public/process2012.pdf>. Accessed January 18, 2013.
37. MacKinnon DP, Lockwood CM, Williams J. Confidence limits for the indirect effect: distribution of the product and resampling methods. *Multivariate Behav Res*. 2004;39:99–128.
38. Schaufeli WB, Enzmann D. *The Burnout Companion to Study and Practice. A Critical Analysis*. Washington, DC: Taylor & Francis; 1998.
39. David AP. Examining the relationship of personality and burnout in college students: the role of academic motivation. *Educ Measure Eval Rev*. 2010;1:90–104.

Synthèse de l'étude 4

L'objectif de cette étude était de mieux comprendre les facteurs prédictifs du burnout professionnel. Plus particulièrement, nous avons examiné le rôle médiateur des buts d'accomplissement dans la relation entre les traits de personnalité et le burnout professionnel chez les SP français. Un total de 220 SP masculins âgés de 20 à 62 ans ($M_{age} = 36.23$ ans; $ET = 6.94$) ont répondu volontairement à une enquête par questionnaire mesurant les traits de personnalité, le burnout professionnel, et les buts d'accomplissement.

Des analyses de médiation ont permis de mettre en évidence que (a) le névrosisme est positivement relié aux trois dimensions du burnout professionnel (i.e., lassitude cognitive, l'épuisement émotionnel, fatigue physique) directement et par le biais des buts de maîtrise-évitement ; et (b) le caractère consciencieux et l'ouverture aux expériences sont négativement reliés à la fatigue physique par l'intermédiaire des buts de maîtrise-approche. Ces derniers expliquent entre 9,8% et 10,1% de la variance de la fatigue physique. Les buts de maîtrise-évitement expliquent 10,4% de la variance de l'épuisement émotionnel, 13,1% de la variance de la fatigue physique et 18,2% de la variance de la lassitude cognitive.

En d'autres termes, cette étude révèle que le névrosisme, le caractère consciencieux et l'ouverture aux expériences, ainsi que les buts d'accomplissement sont des facteurs importants dans la compréhension et la prévention du burnout professionnel chez les SP professionnels français. En effet, le névrosisme et les buts de maîtrise-évitement seraient des facteurs de risque du burnout professionnel, alors que l'ouverture aux expériences, le caractère consciencieux et les buts d'approche de maîtrise seraient des facteurs protecteurs.

Discussion générale

Ce travail doctoral avait pour objectif général de mieux comprendre la nature des blessures des SP professionnels et les facteurs de risque et de protection pouvant y être associés. A cette fin, nous nous sommes basés sur cadre conceptuel des séquences de prévention des blessures sportives proposée par van Mechelen et al. (1992). Ce travail doctoral s'est proposé de défendre la thèse sous les questionnements suivants : (a) quels sont les caractéristiques de la blessure chez les SP Français ? ; (b) dans quelle mesure l'AP contribue à l'occurrence et/ou à la prévalence des blessures des SP ? ; (c) quels sont les facteurs de risque de la blessure chez les SP ; et (d) quels sont les antécédents personnels des facteurs psychologiques prédisposant les SP au burnout ?. Quatre études ont été effectuées afin de contribuer d'une part à l'étude épidémiologique des blessures des SP, et d'autre part à l'identification de facteurs physiologiques ou psychologiques, et du rôle de l'activité physique sur les blessures.

Contribution à l'étude épidémiologique des blessures chez les SP

Notre première étude repose sur la première étape de la séquence de prévention (i.e., épidémiologie des blessures), avait ainsi pour objet d'identifier la moyenne de tranche d'âge par rapport aux blessures ; les différences du nombre de blessures par rapport aux emplois exercés ; et la répartition des blessures liées à l'activité physique chez les SPP. De plus cette étude a permis d'analyser la localisation des blessures et la nature des blessures.

Les résultats de cette étude révèlent que, sur une période de 2009 à 2013, les SP professionnels sont les plus touchés par les accidents de travail comparativement aux personnels administratifs et techniques et aux SP volontaires. Les atteintes ostéo-articulaires telles que les entorses sont les blessures principalement retrouvées. L'articulation de la cheville est la région anatomique la plus touchée.

Les accidents de travail causés par la pratique de l'activité physique représentent une majeure partie des blessures totales recensées. Notre étude a permis de mettre en évidence que la tranche d'âge la plus touchée par les blessures est 30-39 ans et que la majorité de ces blessures survient chez les SP professionnels (SPP). Ce résultat enrichit la littérature en montrant que les SPP sont les plus à risque de se blesser les jours de garde pendant les séances de pratique de l'AP. Ces résultats sont en accord l'étude de Poplin et al. (2012) qui révèle que la majorité des blessures survient pendant l'AP les jours de garde.

Ces résultats confirment les rapports nationaux précédents (Rapport BND, 2014 ; Pourny, 2003) et les nombreuses études recensées chez les SP (e.g., Jahnke et al., 2013 ; Poplin et al., 2012). Toutefois, une étude récente chez les SP australiens, retrouve que la blessure principale est localisée sur l'articulation du genou.

La variabilité des résultats au niveau international, pourrait être expliquée par les critères d'inclusion, notamment en termes de nombre d'heures de travail comptabilisées et de type d'activité (i.e., manœuvre, activité physique). Par ailleurs, comme pour différentes disciplines sportives, il pourrait être intéressant de comparer le taux de blessures des SP pour 1000 heures d'exposition à leur métier, en fonction du contexte professionnel (e.g., les heures d'activité physique et les heures passées en intervention). Cette analyse, bien que nécessitant des moyens logistiques importants sur le suivi des SP, permettrait d'avoir une image plus précise des facteurs contextuels de risque des blessures afin d'optimiser les stratégies d'interventions préventives (Edouard et al., 2016 ; van Mechelen et al., 1992).

Bien que chez les SP Français, l'entorse de la cheville reste la blessure majeure (e.g., Pourny, 2003), certaines pathologies incapacitantes comme les tendinopathies et/ou les troubles musculo-squelettiques ne sont pas toujours recensées, mais pourraient à la fois représenter une sinistralité importante voire influencer l'occurrence de futures blessures (Ziai et al., 2016). En effet, de par la gravité des blessures des victimes rencontrées en mission (i.e., accidents de la route, défenestrations), les SP auraient tendance à minimiser leurs propres blessures. Ainsi, il serait important de mettre en place une campagne informative sur la définition de toutes les blessures et les conséquences qu'aurait l'absence de prise en charge de ces dernières sur leur santé. De plus, le rapport hiérarchique obligatoire pour enregistrer les blessures nécessite des contraintes administratives importantes (i.e., remplir une multitude de documents). Selon notre analyse, le recensement actuel des blessures ne fait état uniquement des traumatismes qui nécessitent un arrêt de travail. Il serait donc intéressant de faciliter la déclaration des blessures des SP survenues dans le cadre de leurs fonctions par l'intermédiaire d'une démarche en ligne.

La différence de blessures entre les SP volontaires (SPV) et les SPP s'expliquerait par le fait que les SPP effectuent en moyenne 100 gardes par an de 24 heures tandis que les SPV

travaillent en fonction de leur disponibilité par rapport à leur emploi principal. De plus, le statut de volontaire induit que les SPV effectuent pendant les jours de garde plus des missions de secours à personnes leur laissant guère le temps d'effectuer de l'AP. Par conséquent, les SPV pratiquent moins d'AP que les SPP les jours de garde et seraient donc moins exposés aux blessures survenant principalement pendant les séances d'AP. Ainsi, il serait intéressant de pouvoir effectuer un suivi des blessures par rapport à un temps d'exposition indépendamment du statut professionnel ou volontaire. L'origine de la blessure pourrait résider également dans le fait que l'AP pratiquée est collective et engendre des engagements physiques semblables à une compétition (i.e., score). De surcroît, les barrières de grades ne sont plus présentes pendant l'AP et ainsi le défi de démontrer ses compétences à l'intérieur d'un groupe social et face à la hiérarchie pourrait influencer le risque de blessures. Par conséquent, la mise en place d'un arbitrage obligatoire avec des règles spécifiques pourrait permettre de diminuer le risque de blessures.

Une autre cause de la blessure lors des jours de garde pourrait être liée aux sollicitations opérationnelles engendrant de la fatigue réduisant ainsi les qualités physiques lors de l'AP. De plus, le port des équipements de protection (EPI) dont les bottes peuvent également majorer la fatigue tout au long de la garde. La fatigue induite par le port des bottes est causée par le poids de ces équipements qui influence la force musculaire des muscles du membre inférieur. Plusieurs études présentes dans la littérature démontrent le rôle du port de bottes sur la stabilité posturale (Bohm & Hosl, 2010 ; Cikajlo & Matjacic, 2007). Plus précisément, une étude révèle qu'il existerait une relation entre le déconditionnement sensorimoteur et le port prolongé de chaussures à contention telles que les chaussures de ski (Picot et al., 2010) ou encore les rangers. Toutefois, et même si certaines similitudes peuvent être avancées pour les SP, à notre connaissance, aucune étude ne s'est réellement intéressée à l'influence du port des bottes sur leur système sensorimoteur. En tenant compte de ces

facteurs, il semble nécessaire d'adapter l'AP en fonction du nombre d'interventions et de l'environnement, puisque l'AP semble jouer un rôle dans la prévention de la survenue des blessures. Il serait important de mesurer la quantité de travail d'une journée de garde afin d'analyser des relations entre la charge de travail, l'entraînement, et la survenue de la blessure (Bouzigon et al., 2015). En effet, l'AP pourrait être considérée à la fois comme un facteur de risque, mais également comme un facteur protecteur chez les SP (Polpin et al., 2014, 2015). Enfin, analyser les effets aigus (e.g., durée courte < 2h par exemple) de l'influence du port des bottes sur la proprioception de la cheville, (e.g., simulant ainsi le temps entre la prise de garde et la séance d'AP) permettrait d'observer s'il existe des modifications à court terme liées à cette EPI.

Néanmoins, d'autres investigations sont nécessaires afin d'approfondir l'influence de l'AP sur la santé des SP. Il existe également plusieurs autres limites à cette étude. Premièrement, cette étude a été effectuée auprès des SP du SDIS 06, et ces résultats pourraient être différents en fonction des régions étudiées, de l'activité opérationnelle, et du règlement interne à chaque SDIS. Deuxièmement, même si un référentiel national permet au SP de travailler sur une trame commune au niveau national (i.e., guide national de l'activité physique et sportive, 2013) il subsiste des différences d'infrastructures sportives, de matériels sportifs, et de climat météorologique entre les SDIS. Enfin, effectuer une étude prospective incluant un échantillon national avec des variables de suivi complètes permettrait d'obtenir des résultats plus pertinents pour caractériser la blessure du SP français.

Caractérisation des prédicteurs de l'entorse de la cheville chez les SP professionnels

Dans la continuité de la première étude, l'objectif de notre deuxième étude était de caractériser les prédicteurs de l'entorse de la cheville, blessure majeure dans notre population

étudiée de SP. Cette étude s'est inscrite dans la deuxième étape de la « séquence de prévention » visant à analyser les facteurs de risque de la blessure (Edouard et al., 2016 ; van Mechelen et al., 1992). Cette étude prospective s'est proposée d'évaluer des facteurs de risque intrinsèques (e.g., asymétrie sur la dorsiflexion, stabilité posturale) et extrinsèques (e.g., risques psychosociaux) de l'entorse de la cheville. Notre première analyse comparative entre les SP blessés et les SP non blessés nous a permis d'identifier des différences significatives entre les deux groupes sur le Y balance test, le WBLT, le CAIT, et certains facteurs psychosociaux tels que les contraintes quantitatives perçues (i.e., charge de travail ; rythme de travail). Plus particulièrement, le groupe de SP blessés a présenté un score de CAIT plus faible que le groupe de SP non blessés. Lors des tests WBLT et Y Balance, le groupe de SP blessés a rapporté des valeurs plus élevées sur l'asymétrie des deux membres inférieurs que le groupe de SP non blessés. De plus, les SP blessés se caractérisent par des scores plus élevés que les SP non blessés sur les contraintes quantitatives. Le caractère prédictif de ces facteurs de risque a été confirmé par des courbes de ROC, hormis pour les scores obtenus au CAIT.

Ces résultats sont en accord avec les travaux de la littérature s'intéressant aux facteurs de risque de l'entorse de la cheville (Pourkazemi et al., 2014) mais sont novateurs chez une population de SP. De plus, à notre connaissance, il ne semble pas exister de travaux antérieurs ayant cherché à mettre en relation des mesures physiologiques et psychologiques dans cette population dans le but de caractériser la survenue d'une blessure. Nous observons dans cette étude que les trois directions du test Y balance sont des prédicteurs de l'entorse de la cheville. Ces résultats sont en accord avec des études antérieures montrant que des sportifs présentant une différence d'au moins 4 cm de performance entre les deux membres inférieurs sur ce test, seraient 2,5 fois plus susceptibles de se blesser à la cheville comparativement à ceux qui avaient des valeurs inférieures à 4 cm (McGuine et al., 2006 ; Plisky et al., 2006 ; Smith et al., 2015).

Toutefois, plusieurs travaux n'observent pas les mêmes résultats en fonction des trois directions. En effet, seule la direction antérieure a été associée à un taux de blessures élevé (Plisky et al. 2006 ; Smith et al., 2015) alors que Butler et al. (2013) ne retrouvent pas d'effet significatif sur cette direction. Attenborough, Sinclair, Sharp, Greene, Stuelcken, Smith et Hiller (2017) identifient que la direction postéro médiale est significativement associée à l'entorse de la cheville chez les pratiquants de netball (i.e., dérivé du basket-ball). Concernant la direction postéro latérale, les travaux de Noronha et al. (2013) montrent que les étudiants ayant effectué une meilleure performance dans cette direction seraient moins susceptibles de se blesser par la suite. Ces différents résultats peuvent en partie être expliqués par la variabilité de l'échantillon, la définition des blessures ou encore la pratique sportive. Dans ce contexte, le métier de SP, de par les missions particulières effectuées et la pratique d'AP (i.e., football), pourrait engendrer un déséquilibre adaptatif des individus qui altérerait les réponses neuromusculaires et donc influencerait les distances atteintes à l'Y balance test. A l'inverse, les déséquilibres musculaires et les compensations occasionnés par les nombreux traumatismes récurrents chez les SP (Rapport BND, 2014 ; Rapport Pourny, 2003) pourraient également se répercuter sur les performances de l'Y Balance test. Par exemple, les individus souffrant de douleurs lombaires chroniques auraient des valeurs plus faibles que le groupe contrôle dans toutes les directions (Ganesh, Chhabra, & Mrityunjay, 2014). De plus, les personnes ayant subi une déchirure du ligament croisé antérieur (LCA) réalisent des distances inférieures par rapport à un groupe témoin (Herrington, Hatcher, Hatcher, & McNicholas, 2009). En outre, CAI peut également affecter les résultats de SEBT (Gribble et al., 2004). En ce qui concerne la direction antérieure, la flexion du genou et de la hanche dans les CAI prédit 49% de la variance de la performance SEBT. En présence de CAI, la cinématique de mouvement de la hanche et du genou n'est pas similaire à un groupe témoin. Selon Aminaka et Gribble (2008), le syndrome de douleur fémoro-patellaire (PFPS) contribuerait à réduire les

performances sur SEBT. Ainsi, Cote, Brunet II, Gansneder et Shultz (2005) ont suggéré que le type du pied (à savoir, pronateur) peut jouer un rôle dans la performance sur SEBT. Sur la base des résultats précédents, les SP ayant des antécédents de blessures (Janhke et al., 2013), et un taux élevé de troubles musculo-squelettiques (Kim et al., 2013) pourraient générer des inégalités entre les différences blessés et non blessés, et même individuels (inter individuelles) (à droite et à gauche les différences sur SEBT).

D'autres facteurs seraient responsables de faibles scores dans les trois directions. En effet, une étude récente de Doherty et al. (2015) montre que la réduction de la dorsiflexion de la cheville dans les trois directions de l'Y balance test pourrait être liée à des déficits de la chaîne cinétique, des muscles des articulations du genou et de la hanche. Ainsi, les contraintes (i.e., métier ; pratique de l'AP) engendreraient des stratégies adaptatives reflétant le nature pléiotropique du système neurobiologique (Doherty et al., 2015). En effet, les contraintes généreraient des ajustements compensatoires afin de diminuer la dysfonction de la blessure (Glazier & Davids, 2009). Dès lors, il serait intéressant de mener une étude transversale visant à comparer les mesures recueillies chez des SP novices (i.e., école départementale) et des SP en service, puis de conduire une étude prospective afin d'observer des différences de performance sur l'Y balance test tout au long de la carrière des SP.

Dans cette étude, l'utilisation du score composite (CS) (i.e., somme des valeurs normalisées atteintes dans les trois directions divisées par trois multiplié par cent) ne permet pas de déterminer une valeur optimale pour prédire la sensibilité et la spécificité de cette variable. Des résultats contradictoires existent dans la littérature concernant l'utilisation du CS (i.e., valeur prédictive de la blessure). Plus particulièrement, alors que Smith et al. (2015) observent des résultats similaires à notre étude, d'autres auteurs (e.g., Butler et al., 2013 ; Plisky et al., 2006) identifient que les valeurs respectives, en dessous de 94% ou de 89,6% augmenteraient le risque de se blesser. Cette différence dans les résultats pourrait être

expliquée également par la variabilité des échantillons, et par la définition des blessures. Puis, le fait que le CS a été étudié de manière bilatérale et non de façon unilatérale pourrait également expliquer la différence de nos résultats sur le CS. Ainsi, le *Y balance test* permettrait d'observer des asymétries importantes du membre inférieur, et identifierait les SP risquant de se blesser.

Des mesures préventives pourraient alors être mises en place afin de réduire cette asymétrie, et diminuer la survenue des blessures (e.g., Gilbreath, Gaven, Van Lunen, & Hoch, 2014). En conséquence, établir des programmes prophylactiques en intervenant sur l'amplitude du mouvement (Hoch et al., 2011), l'équilibre (Vriend, Goutteborge, van Mechelen, & Verhagen, 2016), et la force musculaire (Doherty et al., 1998) permettrait de réduire le nombre de traumatismes. Toutefois, d'autres analyses seront nécessaires afin de généraliser nos résultats à d'autres populations. Ainsi, il serait intéressant de mesurer les amplitudes articulaires de chaque articulation du membre inférieur en amont, lors de la passation de l'*Y balance test*.

Notre étude démontre également que le WBLT serait un prédicteur de l'entorse de la cheville chez les SP. Ce résultat est en accord avec des études précédentes démontrant que la réduction de la dorsiflexion a été identifiée comme un facteur de risque de la blessure du membre inférieur dans diverses populations (e.g., Hadzic et al., 2009 ; Pope et al., 1998 ; Willems et al., 2005). De plus, nos résultats révèlent des différences significatives entre les moyennes des asymétries retrouvées chez les blessés et les non blessés. Ces analyses confirment également l'étude de Hoch et al. (2011) qui indique qu'une différence de 1,5 cm serait pertinente pour observer les sujets ayant une altération clinique sur de la dorsiflexion de la cheville. D'autres études observent des résultats similaires en obtenant une asymétrie de 2 cm pour catégoriser ces individus sur la dorsiflexion (e.g., Vicenzino, Branjerdporn, Teys, & Jordan, 2006).

Bien que ce résultat soit intéressant, d'autres recherches sont nécessaires pour généraliser ces observations. Le WBLT pourrait être également utilisé comme un outil diagnostique afin d'identifier des SP risquant de se blesser sur le membre inférieur. De plus, étant donné que l'on retrouve chez les personnes ayant eu une entorse de la cheville une limitation dans la dorsiflexion après 8 semaines du traumatisme initial, utiliser cette méthode d'évaluation en phase de rééducation/réathlétisation permettrait également d'analyser l'amplitude du mouvement (Van Rijn et al., 2008), et de diminuer le risque de récurrence.

Les résultats de nos ANOVAs ont révélé des différences significatives sur le score du CAIT. Plus précisément, le score est plus faible chez les SP blessés comparativement aux SP non-blessés. Ces résultats sont contradictoires avec la littérature. En effet, plusieurs études ne révèlent aucun résultat significatif entre les individus blessés et les individus non blessés (Henderson et al., 2015 ; Noronha et al., 2013). Toutefois, les courbes ROC n'ont pas fait ressortir le caractère prédictif du CAIT. Initialement utilisé pour déceler la gravité d'une instabilité fonctionnelle de la cheville, cet outil est souvent utilisé pour sélectionner un groupe homogène de sujets à travers un groupe contrôle, et un groupe présentant une instabilité (Hiller et al., 2006). Ainsi, ce résultat serait expliqué par le fait que les SP blessés examinés présentaient avant l'analyse une instabilité chronique de la cheville mesurée par le CAIT.

Malgré qu'il n'existe pas de caractère prédictif du CAIT, il semblerait avoir un rôle dans la survenue des futures entorses. Des analyses supplémentaires sont donc nécessaires afin de compléter l'influence du CAIT dans l'occurrence des blessures. De plus, inclure des scores plus faibles pour le seuil d'instabilité permettrait de discriminer d'autres sujets (Wright et al., 2014). Ainsi, le CAIT semble être un outil important pour identifier les instabilités chroniques de la cheville, et pourrait être utilisé lors des visites annuelles médicales pour déceler ces instabilités chroniques de la cheville à des fins de prévention. Par la suite, incrémenter un programme de prévention incluant de l'équilibre (Sefton, Yarar, Hicks-Little,

Berry, & Cordova, 2011), et de la manipulation manuelle (*NATA Position Statement Recommendations for Ankle Sprain Rehab: An Evidence-Based Approach*, 2015) réduirait le risque de récurrence d'entorses de la cheville. Il subsiste plusieurs limites à cette étude. Tout d'abord, le CAIT n'a pas été validé scientifiquement en langue française. Ainsi, des études complémentaires sont requises pour valider cet outil de mesure largement utilisé dans la communauté scientifique (Gribble et al., 2013), et validé dans d'autres langues (Cruz-Díaz, Hita-Contreras, Lomas-Vega, Osuna-Pérez, & Martínez-Amat, 2013 ; Rodríguez-Fernández, Rebollo-Roldán, Jiménez-Rejano, & Güeita-Rodríguez, 2015). Puis, l'inclusion d'un groupe de contrôle serait nécessaire afin de comparer ces résultats à un groupe sain. Ensuite, associer aux CAIT, d'autres analyses permettrait de savoir si la différence blessés et non blessés ne résiderait pas dans une instabilité chronique initiale. Un dernier résultat important de notre étude démontre que les contraintes quantitatives (i.e., charge de travail, rythme de travail) ont été également identifiées comme des facteurs de risque de l'entorse de la cheville.

Ces résultats enrichissent la littérature (Airila, Hakanen, Schaufeli, Luukkonen, Punakallio, & Lusa, 2014) indiquant que certains risques psychosociaux liés au métier de SP pourraient être associés avec la survenue des blessures. On observe dans la littérature scientifique des résultats similaires concernant le rôle prédictif des risques psychosociaux dans le développement des troubles musculo-squelettiques et le burnout chez les SP (Airila et al., 2014 ; Saijo, Ueno, & Hashimoto, 2008). Une étude de Hegg-Deloye (2014) montre que les paramètres quantitatifs (i.e., charge, rythme de travail) influenceraient l'affect des travailleurs paramédicaux et pourraient avoir des conséquences sur la santé physique et mentale. Par analogie, dans le milieu sportif, des relations entre la charge d'entraînement et la survenue des blessures ont également été observées (Blanch & Gabbett, 2016). Les études 3 et 4 nous ont permis d'approfondir le rôle des facteurs psychosociaux et des heures d'AP dans l'émergence des blessures des SP.

Contribution des heures d'AP, du burnout et des stratégies de coping aux blessures des SP

Dans la troisième étude, nous nous sommes intéressés au rôle du nombre d'heures d'AP, du burnout et des stratégies de coping dans l'occurrence des blessures chez les SPP afin de compléter la deuxième étape de la « séquence de prévention » (Edouard et al., 2016 ; van Mechelen et al., 1992). Nous avons caractérisé la blessure uniquement chez des SPP, et examiné la contribution de la pratique des heures d'AP dans la survenue des blessures chez les SPP. Les heures d'AP sont reliées positivement aux blessures. En effet, les SP qui réalisent plus de 10 heures d'AP par semaine ont fait état d'un taux de blessures plus élevé. Par conséquent, le volume d'AP excédant 10 heures par semaine pourrait être considéré comme un facteur de risques de la blessure chez les SP, même si cette hypothèse mériterait d'être testée au cours d'une étude prospective. Nos résultats relatifs au volume d'AP pratiqué sont en accord avec ceux d'une étude précédente qui démontre qu'un volume important d'AP diminuerait les fonctions immunitaires chez les athlètes élités influençant directement les blessures musculo-squelettiques (Gleeson, 2007). A ce jour, aucune étude antérieure n'a examiné cette relation chez les SP.

De plus, nous avons examiné la contribution des paramètres psychologiques à travers le burnout, et les stratégies de coping dans l'occurrence des blessures. Nous avons émis l'hypothèse que le burnout est un prédicteur de la blessure chez les SP. Nos résultats indiquent que la lassitude cognitive influence positivement la blessure alors que l'épuisement émotionnel est associé négativement à la blessure. Toutefois, aucune relation n'a été retrouvée entre le nombre de blessures et la fatigue physique. Ces relations confirment en partie la littérature puisqu'une seule dimension du burnout (i.e., lassitude cognitive) est un prédicteur de la blessure, et se base sur le « *Stress Injury Model* » (Williams & Andersen, 1998). La relation négative entre l'épuisement émotionnel et le nombre de blessures diffère des

précédents travaux retrouvant cette même relation positive (Cresswell & Eklund, 2005). Enfin, nous avons émis l'hypothèse que les stratégies de coping seraient des prédicteurs du nombre de blessures. Nos résultats révèlent que le soutien social est relié positivement à la blessure alors que le coping centré sur le problème est relié négativement aux blessures et qu'on ne retrouve pas de relation entre le coping centré sur l'émotionnel et le nombre de blessures. Ces relations sont en accord avec la littérature démontrant le caractère protecteur du coping centré sur le problème dans les métiers de l'urgence (Marmar et al., 1996). Cependant, la relation positive entre le soutien social et le nombre de blessures est inconsistante avec une étude antérieure chez les SP (Varvel et al., 2007).

Concernant la relation entre l'AP et le burnout, seul le volume horaire a été comptabilisé alors que selon Powell, Paluch et Blair (2011), d'autres paramètres tels que la durée, la fréquence et l'intensité de l'AP sont des composantes importantes à prendre en compte dans le suivi de l'AP. Il se pourrait que ces variables influencent également la survenue des blessures. En effet, selon l'ACSM, il existe plusieurs méthodes de recueil de l'AP (i.e., VO₂ ; battements cardiaques ; METs) qui seraient intéressantes de mettre en place afin de quantifier et d'enregistrer les intensités des entraînements des SP les jours de garde et les jours de repos afin de comprendre l'influence de l'AP dans la survenue des blessures. De plus, Jahnke et al. (2013) retrouvent des résultats similaires indiquant que l'AP est un pourvoyeur majeur des accidents de travail. Poplin et al. (2015) révèlent que les SP ayant de basses capacités physiques (i.e., Vo₂max) sont 1,82 fois plus susceptibles de se blesser que les SP ayant des capacités physiques supérieures. Des travaux récents démontrent que lors d'un programme de 17 mois (i.e., force, souplesse), effectué par du personnel diplômé et qualifié permet de diminuer le nombre de blessures (Griffin et al., 2015). Ceci pourrait être expliqué par le fait que les programmes de santé soient réalisés par du personnel qualifié et diplômé permettant de réduire le nombre de blessures. L'AP est donc identifiée comme un

enjeu majeur car elle peut à la fois jouer un rôle protecteur et être à un facteur de risque. Néanmoins, d'autres investigations doivent être entreprises afin d'approfondir l'influence de l'AP sur l'occurrence des blessures.

Concernant le burnout, la disparité des résultats pourrait être en partie reliée aux contextes particuliers du métier et aux plusieurs concepts de l'épuisement émotionnel en fonction de la population étudiée. De plus, le lien entre stratégies de coping et les blessures s'expliqueraient par le fait que les SP qui ont eu un nombre important de blessures pourraient rechercher plus de soutien social.

Plusieurs limitations dans cette étude sont présentes. Premièrement, une étude longitudinale pourrait permettre d'examiner et d'expliquer l'étiologie des blessures chez les SP. Puis, le questionnaire l'utilisation de questionnaire auto-rapporté induit des biais par rapport à des normes sociales (Kendzierski, 1990) et non en fonction de soi-même.

Les résultats de l'étude 3 confirment le rôle important des facteurs intrinsèques à travers le burnout dans la survenue des blessures chez les SPP. Par conséquent, l'objectif de la dernière étude a été de mieux comprendre les antécédents psychologiques de ce burnout, et notamment le rôle des traits de personnalité et des buts d'accomplissement. Nous avons donc émis l'hypothèse que les traits de personnalité influenceraient le burnout directement ou par l'intermédiaire des buts d'accomplissements. Nos résultats indiquent que le névrosisme est à la fois, directement relié aux trois dimensions du burnout, et indirectement aux buts d'évitement de maîtrise. Ces résultats sont consistants avec des études antérieures (e.g., Alarcon et al., 2009 ; Schaufeli & Enzmann, 1998 ; You et al., 2015). De plus, l'effet indirect des buts d'évitement de maîtrise dans la relation névrosisme – burnout enrichit la littérature scientifique. Le névrosisme serait considéré comme un facteur de risques à la fois directement et à travers le rôle médiateur des buts d'évitement de maîtrise. Nos autres résultats révèlent que le but d'approche de maîtrise a un rôle de médiateur dans la relation entre le caractère

conscientieux, l'ouverture aux expériences et la fatigue physique. Ces résultats sont inconsistants avec de précédentes études qui indiquent des associations directes entre l'ouverture aux expériences (Swider & Zimmerman, 2010), le caractère conscientieux et le burnout (Azeem, 2013).

Néanmoins, d'autres études démontrent des relations positives entre l'ouverture aux expériences, et les buts d'approche de maîtrise (Payne et al., 2007), et ces mêmes buts d'accomplissements sont relié à un faible burnout (Naidoo et al., 2012). Il semblerait important d'inclure d'autres mesures communes dans la littérature scientifique. Par exemple, des symptômes de SSPT ont été retrouvés dans 23% des SP (Armstrong et al., 2014). De plus, Huang, Risling et Baker (2016) ont identifié le SSPT comme étant médiateur dans la relation entre les traits de personnalité et burnout. Toutefois, notre étude présente plusieurs limitations. La mesure auto-rapportée engendre un inconfort aux sujets les obligeant à se confronter face aux réponses, et auraient tendance à répondre par rapport à des normes sociales. De plus, la passation de questionnaire a été réalisée pendant les jours de garde et pourrait alors causer du stress supplémentaire aux SPP (i.e., départ en intervention).

Conclusion générale

Le cadre conceptuel de ce travail doctoral repose sur la séquence de prévention de van Mechelen et al. (1992), ce dernier a été adapté aux SP (Figure 9).

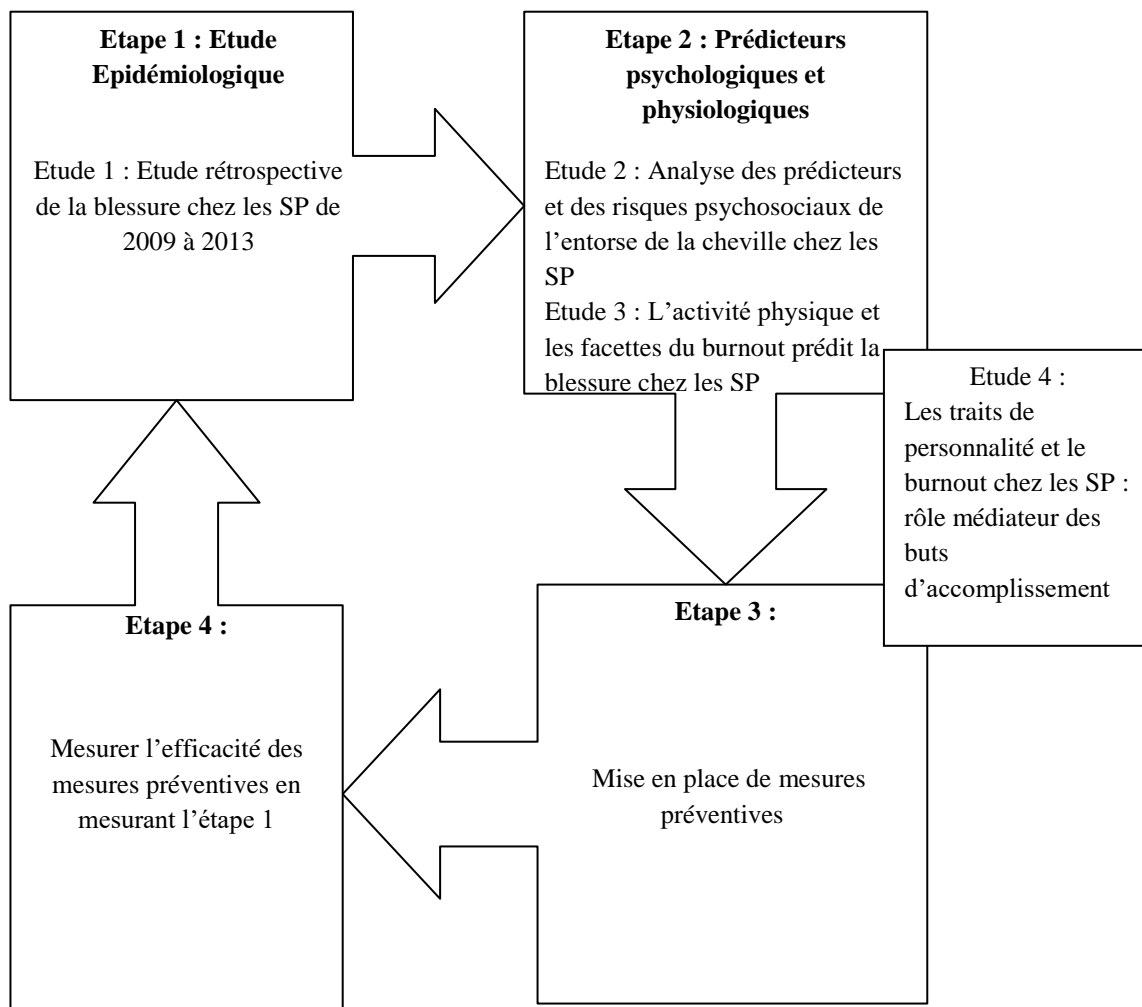


Figure 9. Séquence de prévention adaptée au SP Français

L'étude 1 a permis de mettre en évidence une prévalence de l'entorse de la cheville chez les SPP, confirmant ainsi les études antérieures (e.g., Jahnke et al., 2013 ; Taylor et al., 2015). Par la suite, les différents facteurs de risques intrinsèques et extrinsèques ont été examinés dans l'étude 2. Nous avons observé que les risques psychosociaux, l'asymétrie des deux membres inférieurs, et l'instabilité chronique de la cheville jouaient un rôle dans la survenue des futures entorses de la cheville des SP. Ces résultats confirment notre postulat de départ qui indique que la blessure chez le SP pourrait être causée, à la fois par des paramètres psychologiques et physiologiques. Toutefois, ces analyses ne font pas un consensus dans la littérature scientifique, et pourraient être spécifiques au contexte du métier de SP. Par la suite, dans l'étude 3, nous avons trouvé que le nombre d'heures d'activité physique, le burnout, et les stratégies de coping étaient reliés aux blessures chez les SP. Même si on observe des résultats contradictoires dans la littérature, nous apportons des éléments de réponse dans l'explication de la blessure chez les SP. Nous avons cherché à mieux identifier les antécédents psychologiques du burnout. Ainsi, nous avons montré que certains traits de personnalité (i.e., le névrosisme, le caractère consciencieux, et l'ouverture aux expériences) étaient reliés au burnout directement et/ou indirectement par le biais des buts d'accomplissement. En conclusion, ce travail doctoral a permis de mieux identifier les antécédents physiologiques et psychologiques de la blessure chez les SP (Figure 10).

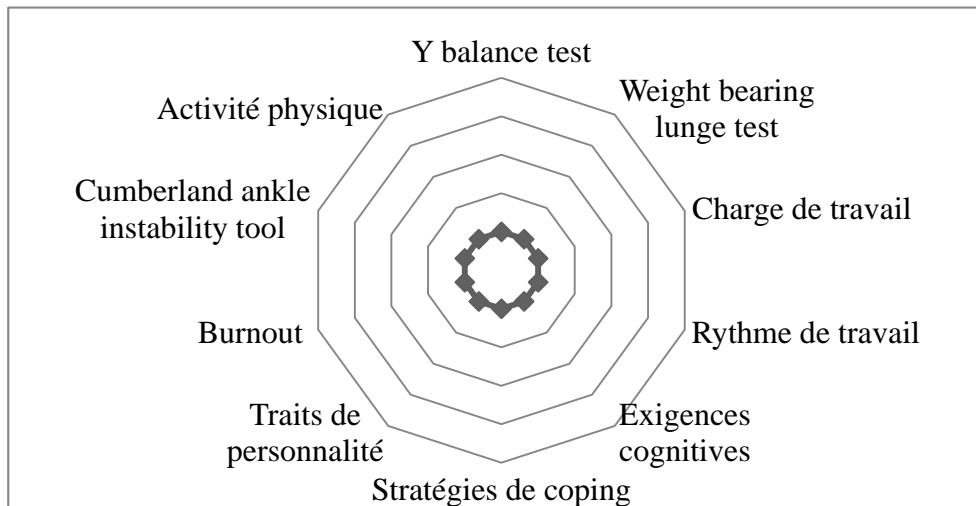


Figure 10. Paramètres influençant la blessure chez les SP

Toutefois, il serait intéressant d'analyser la contribution respective de ces variables dans l'occurrence des blessures à travers de futures investigations afin de renforcer les résultats de nos études. En se basant sur ces résultats, cette thèse ouvre de multiples perspectives dans le domaine de la prévention de la santé chez les SP. En effet, l'élaboration de programmes de préparation physique individualisés s'associant à des variables psychologiques (i.e., valorisation des buts d'accomplissement dirigés vers la maîtrise) semble être intéressante pour limiter la survenue des blessures dans cette population.

Bibliographie

- Abel, M. G., Mortara, A. J., & Pettitt, R. W. (2011). Evaluation of circuit-training intensity for firefighters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(10), 2895-2901. doi: 10.1519/JSC.0b013e31820da00c
- Adams, T. D., Yanowitz, F. G., Fisher, A. G., Ridges, J. D., Lovell, K., & Pryor, T. A. (1981). Noninvasive evaluation of exercise training in college-age men. *Circulation*, 64(5), 958-965. doi : 10.1161/01.CIR.64.5.958
- Adie, J. W., Duda, J. L., & Ntoumanis, N. (2008). Achievement goals, competition appraisals, and the psychological and emotional welfare of sport participants. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 30(3), 302-322.
- Airila, A., Hakanen, J. J., Schaufeli, W. B., Luukkonen, R., Punakallio, A., & Lusa, S. (2014). Are job and personal resources associated with work ability 10 years later? The mediating role of work engagement. *Work & Stress*, 28(1), 87-105. doi : 10.1080/02678373.2013.872208
- Alarcon, G., Eschleman, K. J., & Bowling, N. A. (2009). Relationships between personality variables and burnout: A meta-analysis. *Work & Stress*, 23(3), 244-263.
- Alarcon, G. M., Edwards, J. M., & Menke, L. E. (2011). Student burnout and engagement: A test of the conservation of resources theory. *The Journal of Psychology*, 145(3), 211-227. doi: 10.1080/00223980.2011.555432
- Allport, G. W. (1937). *Personality* (pp. 173-181). New York: Holt.
- Allport, G. W. (1961). *Pattern and growth in personality*. New York, Holt, Rinehart & Winston.
- Alonso, J. M., Tscholl, P. M., Engebretsen, L., Mountjoy, M., Dvorak, J., & Junge, A. (2010). Occurrence of injuries and illnesses during the 2009 IAAF World Athletics Championships. *British Journal of Sports Medicine*, 44(15), 1100-1105. doi:

10.1136/bjism.2010.078030

- Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, structures, and student motivation. *Journal of Educational Psychology, 84*(3), 261-271. doi : 10.1037/0022-0663.84.3.261.
- Ames, C., & Archer, J. (1988). Achievement goals in the classroom: Students' learning strategies and motivation processes. *Journal of Educational Psychology, 80*(3), 260-267. doi : 10.1037/0022-0663.80.3.260.
- Anandacoomarasamy, A., & Barnsley, L. (2005). Long term outcomes of inversion ankle injuries. *British Journal of Sports Medicine, 39*(3), 1-4. doi : doi:10.1136/bjism.2004.011676
- Andersen, M. B., & Williams, J. M. (1988). A model of stress and athletic injury: Prediction and prevention. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 10*(3), 294-306.
- Ângelo, R. P., & Chambel, M. J. (2015). The reciprocal relationship between work characteristics and employee burnout and engagement: A longitudinal study of firefighters. *Stress and Health, 31*(2), 106-114. doi: 10.1002/smi.2532
- Arbuckle, J. L. (2006). AMOS (version 7.0) [Computer software]. *Chicago: SPSS.*
- Armstrong, D., Shakespeare-Finch, J., & Shochet, I. (2014). Predicting post-traumatic growth and post-traumatic stress in firefighters. *Australian Journal of Psychology, 66*(1), 38-46. doi : 10.1111/ajpy.12032
- Armon, G., Melamed, S., Shirom, A., Berliner, S., & Shapira, I. (2013). The associations of the Five Factor Model of personality with inflammatory biomarkers: a four-year prospective study. *Personality and Individual Differences, 54*(6), 750-755. doi : 10.1016/j.paid.2012.11.035.
- Aubert, N., & Roux-Dufort, C. (2003). *Le culte de l'urgence: la société malade du temps* (Vol. 2, p. 53). Paris: Flammarion.
- Austin, J. T., & Vancouver, J. B. (1996). Goal constructs in psychology: Structure, process,

- and content. *Psychological Bulletin*, 120(3), 338-375. doi : 10.1037/0033-2909.120.3.338.
- Australian Government Comcare. (2008). Occupational overuse syndrome stressors and the workplace report. *OHS58 summary rep.—OOS/stressors and the workplace project*, <http://www.comcare.gov.au/publications/> May 19, 2008.
- Attenborough, A. S., Sinclair, P. J., Sharp, T., Greene, A., Stuelcken, M., Smith, R. M., & Hiller, C. E. (2017). The identification of risk factors for ankle sprains sustained during netball participation. *Physical Therapy in Sport*, 23, 31-36.
- Avison, W., & Gotlib, I. H. (Eds.). (1994). *Stress and mental health: Contemporary issues and prospects for the future*. Springer Science & Business Media.
- Azeem, S. M. (2013). Influence of organizational role stress and personality hardiness on teachers' burnout. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 3(7), 608-627. doi : 10.6007/IJARBS/v3-i7/90
- Barker, H. B., Beynnon, B. D., & Renström, P. A. (1997). Ankle injury risk factors in sports. *Sports Medicine*, 23(2), 69-74. doi:10.2165/00007256-199723020-00001
- Baker, S. R., & Williams, K. (2001). Relation between social problem-solving appraisals, work stress and psychological distress in male firefighters. *Stress and Health*, 17(4), 219-229. doi: 10.1002/smi.901
- Basnett, C. R., Hanish, M. J., Wheeler, T. J., Miriovsky, D. J., Danielson, E. L., Barr, J. B., & Grindstaff, T. L. (2013). Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(2), 121-128.
- Baumhauer, J. F., Alosa, D. M., Renström, P. A., Trevino, S., & Beynnon, B. (1995). A prospective study of ankle injury risk factors. *The American Journal of Sports Medicine*, 23(5), 564-570. doi: 10.1177/036354659502300508

- Baur, J. A., Pearson, K. J., Price, N. L., Jamieson, H. A., Lerin, C., Kalra, A., ... & Pistell, P. J. (2006). Resveratrol improves health and survival of mice on a high-calorie diet. *Nature*, *444*(7117), 337-342. doi:10.1038/nature05354
- Beaton, R., Murphy, S., Johnson, C., Pike, K., & Corneil, W. (1998). Exposure to duty-related incident stressors in urban firefighters and paramedics. *Journal of Traumatic Stress*, *11*(4), 821-828. doi: 10.1023/A:1024461920456
- Beaton, R. D., Murphy, S., Johnson, L. C., & Nemuth, M. (2004). Secondary Traumatic Stress Response in Fire Fighters in the Aftermath of 9/11/2001. *Traumatology*, *10*(1), 7-16. doi : 10.1177/153476560401000102
- Bellaud, E. (2004). L'entorse latérale de cheville: spécificité du sportif de haut niveau (exemple d'un pongiste). *Kinésithérapie. Les Cahiers*, *32*, 59-68.
- Belkic, K. L., Landsbergis, P. A., Schnall, P. L., & Baker, D. (2004). Is job strain a major source of cardiovascular disease risk?. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 85-128.
- Benight, C. C., & Bandura, A. (2004). Social cognitive theory of posttraumatic recovery: The role of perceived self-efficacy. *Behaviour Research and Therapy*, *42*(10), 1129-1148. doi : 10.1016/j.brat.2003.08.008.
- Bennell, K., Wajswelner, H., Lew, P., Schall-Riauour, A., Leslie, S., ... & Cirone, J. (1998). Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *British Journal of Sports Medicine*, *32*(4), 309-314. doi:10.1136/bjism.32.4.309.
- Beynon, B. D., Renström, P. A., Alosa, D. M., Baumhauer, J. F., & Vacek, P. M. (2001). Ankle ligament injury risk factors: a prospective study of college athletes. *Journal of Orthopaedic Research*, *19*(2), 213-220. doi : 10.1016/S0736-0266(00)90004-4
- Bilzon, J. L., Scarpello, E. G., Smith, C. V., Ravenhill, N. A., & Rayson, M. P. (2001).

- Characterization of the metabolic demands of simulated shipboard Royal Navy fire-fighting tasks. *Ergonomics*, 44(8), 766-780.
- Blanch, P., & Gabbett, T. J. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute: chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(8), 471-475. doi:10.1136/bjsports-2015-095445
- Bogg, T., & Roberts, B. W. (2004). Conscientiousness and health-related behaviors: a meta-analysis of the leading behavioral contributors to mortality. *Psychological Bulletin*, 130(6), 887-919. doi: 10.1037/0033-2909.130.6.887
- Bonnel, F. T. E. M. C. T. Y., Toullec, E., Mabit, C., & Tourné, Y. (2010). Chronic ankle instability: biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 96(4), 424-432. doi : 10.1016/j.otsr.2010.04.003
- Bohm, H., & Hosl, M. (2010). Effect of boot shaft stiffness on stability joint energy and muscular co-contraction during walking on uneven surfaces. *Journal of Biomechanics* 43(13), 2467-2472. doi: 10.1016/j.jbiomech.2010.05.029
- Bonnomet, F., Clavert, P., & Kempf, J. F. (2004). Les entorses de la cheville. *ULP–Faculté de Médecine Strasbourg–DCEMI–Module 12B–Appareil Loco-Moteur1*.
- Bos, J., Mol, E., Visser, B., Frings-Dresen, M., 2004. The physical demands upon (Dutch) fire-fighters in relation to the maximum acceptable energetic workload. *Ergonomics* 47 (4), 446-460. doi :10.1080/00140130310001643283
- Bouzigon, R., Ravier, G., Paulin, P., & Grappe, F. (2015). The use of two different methods of workload quantification in firefighters. *Science & Sports*, 30(3), 169-172. doi : 10.1016/j.scispo.2015.03.004
- Bradley, H. B. (1969). Community-based treatment for young adult offenders. *Crime &*

- Delinquency*, 15(3), 359-370. doi : 10.1177/001112876901500307.
- Brewin, C. R., Andrews, B., & Valentine, J. D. (2000). Meta-analysis of risk factors for posttraumatic stress disorder in trauma-exposed adults. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68(5), 748-766. doi: 10.1037/0022-006X.68.5.748.
- Bruchon-Schweitzer, M. (2002). Un modèle intégratif en psychologie de la santé. *Traité de psychologie de la santé*. Dunod, Paris, 47-71.
- Butler, R. J., Contreras, M., Burton, L. C., Plisky, P. J., Goode, A., & Kiesel, K. (2013). Modifiable risk factors predict injuries in firefighters during training academies. *Work*, 46(1), 11-17. doi: 10.3233/WOR-121545
- Cady, L. D., Bischoff, D. P., O'Connell, E. R., Thomas, P. C., & Allan, J. H. (1979). Strength and fitness and subsequent back injuries in firefighters. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 21(4), 269-272.
- Carlier, I. V., Lamberts, R. D., & Gersons, B. P. (1997). Risk factors for posttraumatic stress symptomatology in police officers: a prospective analysis. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 185(8), 498-506. doi:
- Carter, J.B., Banister, E.W., & Morrison, J.B. (1999). Effectiveness of rest pauses and cooling in alleviation of heat stress during simulated fire-fighting activity. *Ergonomics* 42, 299–313. doi: 10.1080/001401399185667
- Carver, C. S., Scheier, M. F., & Weintraub, J. K. (1989). Assessing coping strategies: a theoretically based approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56(2), 267-283. doi : 10.1037/0022-3514.56.2.267.
- Castillo, I., Duda, J. L., Álvarez, M. S., Mercé, J., & Balaguer, I. (2011). Motivational climate, approach-avoidance achievement goals and well-being in young soccer players. *Revista De Psicología Del Deporte*, 20(1), 149-164.
- Chamberlin, M. J., & Green, H. J. (2010). Stress and coping strategies among firefighters and

- recruits. *Journal of Loss and Trauma*, 15(6), 548-560. doi : 10.1080/15325024.2010.519275
- Cherniss, C. (1980). *Staff burnout: Job stress in the human services* (p. 18). Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- Chimera, N. J., Smith, C. A., & Warren, M. (2015). Injury history, sex, and performance on the functional movement screen and Y balance test. *Journal of Athletic Training*, 50(5), 475-485. doi : 10.4085/1062-6050-49.6.02
- Christensen, A. J., Ehlers, S. L., Wiebe, J. S., Moran, P. J., Raichle, K., Ferneyhough, K., & Lawton, W. J. (2002). Patient personality and mortality: a 4-year prospective examination of chronic renal insufficiency. *Health Psychology*, 21(4), 315-320. doi : 10.1037/0278-6133.21.4.315
- Cicognani, E., Pietrantonio, L., Palestini, L., & Prati, G. (2009). Emergency workers' quality of life: The protective role of sense of community, efficacy beliefs and coping strategies. *Social Indicators Research*, 94(3), 449-463. doi: 10.1007/s11205-009-9441-x
- Cikajlo, I., Matjacic, Z. (2007). The influence of boot stiffness on gait kinematics and kinetics during stance phase. *Ergonomics* 50(12), 2171-2182. doi: 10.1080/00140130701582104
- Clarke, D. (2006). Impulsivity as a mediator in the relationship between depression and problem gambling. *Personality and Individual Differences*, 40(1), 5-15. doi: 10.1016/j.paid.2005.05.008
- Clark, S., Rene, A., Theurer, W. M., & Marshall, M. (2002). Association of body mass index and health status in firefighters. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 44(10), 940-946.
- Clarke, S., & Robertson, I. (2005). A meta-analytic review of the Big Five personality

- factors and accident involvement in occupational and non-occupational settings. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 78(3), 355-376. doi : 10.1348/096317905X26183.
- Conger, R. D., & Donnellan, M. B. (2007). An interactionist perspective on the socioeconomic context of human development. *Annual Review of Psychology*, 58, 175-199. doi : 10.1146/annurev.psych.58.110405.085551
- Cooper, C. L., & Payne, R. (1978). *Stress at work*. John Wiley & Sons.
- Corneil, W., Beaton, R., Murphy, S., Johnson, C., & Pike, K. (1999). Exposure to traumatic incidents and prevalence of posttraumatic stress symptomatology in urban firefighters in two countries. *Journal of Occupational Health Psychology*, 4(2), 131.
- Costa Jr, P. T., & McCrae, R. R. (1990). Personality disorders and the five-factor model of personality. *Journal of Personality Disorders*, 4(4), 362-371. doi: 10.1521/pedi.1990.4.4.362
- Cousson, F., Bruchon-Schweitzer, M., Quintard, B., Nuissier, J., & Rascle, N. (1996). Analyse multidimensionnelle d'une échelle de coping: validation française de la WCC (Ways of Coping Checklist). *Psychologie Française*, 41(2), 155-164.
- Cox, T., Griffiths, A., & Rial-González, E. (2000). *Research on work-related stress*. European Communities.
- Cury, F. (2004). Evolution conceptuelle de la théorie des buts d'accomplissement dans le domaine du sport. *L'année Psychologique*, 104(2), 295-329.
- Cury, F., Elliot, A. J., Da Fonseca, D., & Moller, A. C. (2006). The social-cognitive model of achievement motivation and the 2× 2 achievement goal framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 90(4), 666.
- Cresswell, S. L., & Eklund, R. C. (2005). Motivation and burnout in professional rugby players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 76(3), 370-376.

- Cresswell, S. L., & Eklund, R. C. (2006). The nature of player burnout in rugby: Key characteristics and attributions. *Journal of Applied Sport Psychology, 18*(3), 219-239. doi: 10.1080/10413200600830299
- Cresswell, S. L., & Eklund, R. C. (2007). Athlete burnout and organizational culture: an English rugby replication. *International Journal of Sport Psychology, 38*(4), 365-387.
- Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J. M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine, 36*(8), 1469-1475. doi: 10.1177/0363546508316764
- Cruz-Díaz, D., Hita-Contreras, F., Lomas-Vega, R., Osuna-Pérez, M. C., & Martínez-Amat, A. (2013). Cross-cultural adaptation and validation of the Spanish version of the Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT): an instrument to assess unilateral chronic ankle instability. *Clinical Rheumatology, 32*(1), 91-98. doi:10.1007/s10067-012-2095-0
- Dale, J., & Weinberg, R. (1990). Burnout in sport: A review and critique. *Journal of Applied Sport Psychology, 2*(1), 67-83. doi: 10.1080/10413209008406421
- De Bruijn, G. J., Kremers, S. P., Van Mechelen, W., & Brug, J. (2005). Is personality related to fruit and vegetable intake and physical activity in adolescents?. *Health Education Research, 20*(6), 635-644. doi : 10.1093/her/cyh025
- De Moor, M. H. M., Beem, A. L., Stubbe, J. H., Boomsma, D. I., & De Geus, E. J. C. (2006). Regular exercise, anxiety, depression and personality: a population-based study. *Preventive Medicine, 42*(4), 273-279. doi : 10.1016/j.ypmed.2005.12.002.
- De Raad, B. (2000). *The Big Five Personality Factors: The psycholexical approach to personality*. Hogrefe & Huber Publishers.
- Deliagina, T. G., Beloozerova, I. N., Zelenin, P. V., & Orlovsky, G. N. (2008). Spinal and

- supraspinal postural networks. *Brain Research Reviews*, 57(1), 212-221. doi : 10.1016/j.brainresrev.2007.06.017.
- Deliagina, T. G., Zelenin, P. V., Beloozerova, I. N., & Orlovsky, G. N. (2007). Nervous mechanisms controlling body posture. *Physiology & Behavior*, 92(1), 148-154. doi : 10.1016/j.physbeh.2007.05.023
- Delahunt, E., Coughlan, G. F., Caulfield, B., Nightingale, E. J., Lin, C. W., & Hiller, C. E. (2010). Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. *Medicine and Science of Sports Exercise*, 42(11), 2106-2121. doi : 10.1249/MSS.0b013e3181de7a8a
- Del Ben, K. S., Scotti, J. R., Chen, Y. C., & Fortson, B. L. (2006). Prevalence of posttraumatic stress disorder symptoms in firefighters. *Work & Stress*, 20(1), 37-48. doi: 10.1080/02678370600679512
- Denegar, C. R., Hertel, J., & Fonseca, J. (2002). The effect of lateral ankle sprain on dorsiflexion range of motion, posterior talar glide, and joint laxity. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 32(4), 166-173. doi : 10.2519/jospt.2002.32.4.166.
- Densten, I. L. (2001). Re-thinking burnout. *Journal of Organizational Behavior*, 22(8), 833-847. doi: 10.1002/job.115
- Doherty, C., Delahunt, E., Caulfield, B., Hertel, J., Ryan, J., & Bleakley, C. (2014). The incidence and prevalence of ankle sprain injury: a systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. *Sports Medicine*, 44(1), 123-140. doi : 10.1007/s40279-013-0102-5.
- Donnellan, M. B., Conger, K. J., McAdams, K. K., & Neppl, T. K. (2009). Personal characteristics and resilience to economic hardship and its consequences: Conceptual issues and empirical illustrations. *Journal of Personality*, 77(6), 1645-1676. doi :

10.1111/j.1467-6494.2009.00596.x

Dreger, R. W., & Petersen, S. R. (2007). Oxygen cost of the CF-DND fire fit test in males and females. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 32(3), 454-462. doi:

10.1139/H07-020

Dupret, É., Bocéréan, C., Teherani, M., & Feltrin, M. (2012). Le COPSQ: un nouveau questionnaire français d'évaluation des risques psychosociaux. *Santé Publique*, 24(3), 189-207.

Durand, G., Tsismenakis, A. J., Jahnke, S. A., Baur, D. M., Christophi, C. A., Kales, S. N., 2011. Firefighters' physical activity: relation to fitness and cardiovascular disease risk. *Medicine Science Sports and Exercice*. 43 (9), 1752-1759. doi:

10.1249/MSS.0b013e318215cf25

Dweck, C. S. (1986). Motivational processes affecting learning. *American*

Psychologist, 41(10), 1040-1048. doi : 10.1037/0003-066X.41.10.1040.

Earl, J. E., Schmitz, R. J., & Arnold, B. L. (2001). Activation of the VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 11(6), 381-386. doi : 10.1016/S1050-6411(01)00024-4.

Edouard, P., Serra, J. M., Cugy, E., Morel, N., Hertert, P., Dolin, R., ... & Depiesse, F. (2016). Prévention des blessures en athlétisme: démarche scientifique par application du modèle de van Mechelen en quatre étapes. *Journal de Traumatologie du Sport*, 33(1), 34-42. doi : 10.1016/j.jts.2015.12.004

Elliot, A. J. (1999). Approach and avoidance motivation and achievement goals. *Educational Psychologist*, 34(3), 169-189. doi : 10.1207/s15326985ep3403_3.

Elliot, D. L., Goldberg, L., Kuehl, K. S., Moe, E. L., Breger, R. K., & Pickering, M. A.

(2007). The PHLAME (Promoting Healthy Lifestyles: Alternative Models' Effects)

- firefighter study: outcomes of two models of behavior change. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 49(2), 204-213.
- Elliot, A. J., & McGregor, H. A. (2001). A 2×2 achievement goal framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 501-519. doi : 10.1037/0022-3514.80.3.501.
- Elliot, A. J., & Murayama, K. (2008). On the measurement of achievement goals: Critique, illustration, and application. *Journal of Educational Psychology*, 100, 613–628. doi : 10.1027/1015-5759/a000112.
- Elliot, A. J., Murayama, K., & Pekrun, R. (2011). A 3×2 achievement goal model. *Journal of Educational Psychology*, 103(3), 632-648. doi : 10.1037/a0023952.
- Engelbrechtsen, A. H., Myklebust, G., Holme, I., Engelbrechtsen, L., & Bahr, R. (2010). Intrinsic risk factors for acute ankle injuries among male soccer players: a prospective cohort study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(3), 403-410. doi : 10.1111/j.1600-0838.2009.00971.x.
- Evans, T., Hertel, J., & Sebastianelli, W. (2004). Bilateral deficits in postural control following lateral ankle sprain. *Foot & Ankle International*, 25(11), 833-839. doi: 10.1177/107110070402501114.
- Field, A. E., Coakley, E. H., Must, A., Spadano, J. L., Laird, N., Dietz, W. H., ... & Colditz, G. A. (2001). Impact of overweight on the risk of developing common chronic diseases during a 10-year period. *Archives of Internal Medicine*, 161(13), 1581-1586.
- Folkman, S., & Lazarus, R. S. (1980). An analysis of coping in a middle-aged community sample. *Journal of Health and Social Behavior*, 219-239.
- Folkman, S., Lazarus, R. S., Gruen, R. J., & DeLongis, A. (1986). Appraisal, coping, health status, and psychological symptoms. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50(3), 571-579. doi : 10.1037/0022-3514.50.3.571.
- Fonds National de Prévention de la Caisse Nationale de Retraite des Agents des Collectivités

- Locales (CNRACL). (2013). Rapport statistique de la Banque Nationale des Données (BND) au sein des Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS).
- Fonds National de Prévention de la Caisse Nationale de Retraite des Agents des Collectivités Locales (CNRACL). (2014). Rapport statistique de la Banque Nationale des Données (BND) au sein des Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS).
- Fong, D. T. P., Hong, Y., Chan, L. K., Yung, P. S. H., & Chan, K. M. (2007). A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Medicine*, 37(1), 73-94. doi : 10.2165/00007256-200737010-00006
- Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S., & Vagenas, G. (2010). Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *British Journal of Sports Medicine*, bjsports77560. doi : 10.1136/bjism.2010.077560
- Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2012). Intrinsic risk factors of noncontact ankle sprains in soccer a prospective study on 100 professional players. *The American Journal of Sports Medicine*, 40(8), 1842-1850. doi: 10.1177/0363546512449602
- Freudenberger, H. J. (1974). Staff burnout. *Journal of social issues*, 30(1), 159-165.
- Friedman, H. S., Tucker, J. S., Tomlinson-Keasey, C., Schwartz, J. E., Wingard, D. L., & Criqui, M. H. (1993). Does childhood personality predict longevity?. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65(1), 176-185. doi : 10.1037/0022-3514.65.1.176.
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., ... & Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(2), 83-92. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00528.x
- Fuller, C. W., Molloy, M. G., Bagate, C., Bahr, R., Brooks, J. H., Donson, H., ... & Quarrie,

- K. L. (2007). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures for studies of injuries in rugby union. *British Journal of Sports Medicine*, *41*(5), 328-331. doi: 10.1136/bjism.2006.033282
- Fullerton, C. S., McCarroll, J. E., Ursano, R. J., & Wright, K. M. (1992). Psychological responses of rescue workers: fire fighters and trauma. *American Journal of Orthopsychiatry*, *62*(3), 371. doi : 10.1037/h0079363
- Furnham, A., & Saipe, J. (1993). Personality correlates of convicted drivers. *Personality and Individual Differences*, *14*(2), 329-336. doi : 10.1016/0191-8869(93)90131-L
- Ganesh, G. S., Chhabra, D., & Mrityunjay, K. (2015). Efficacy of the star excursion balance test in detecting reach deficits in subjects with chronic low back pain. *Physiotherapy Research International*, *20*(1), 9-15. doi : 10.1002/pri.1589
- Garden, A. M. (1987). Depersonalization: A valid dimension of burnout?. *Human Relations*, *40*(9), 545-559. doi: doi: 10.1177/001872678704000901
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., ... & Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *43*(7), 1334-1359.
- Gernigon, C., d'Arripe-Longueville, F., Delignières, D., & Ninot, G. (2004). A dynamical systems perspective on goal involvement states in sport. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *26*(4), 572-596.
- Ghorpade, J., Lackritz, J., & Singh, G. (2007). Burnout and personality evidence from academia. *Journal of Career Assessment*, *15*(2), 240-256. doi : 10.1177/1069072706298156.
- Ghorpade, J., Lackritz, J., & Singh, G. (2011). Personality as a moderator of the relationship

- between role conflict, role ambiguity, and burnout. *Journal of Applied Social Psychology, 41*(6), 1275-1298. doi : 10.1111/j.1559-1816.2011.00763.x.
- Gilbreath, J. P., Gaven, S. L., Van Lunen, B. L., & Hoch, M. C. (2014). The effects of Mobilization with Movement on dorsiflexion range of motion, dynamic balance, and self-reported function in individuals with chronic ankle instability. *Manual Therapy, 19*(2), 152-157. doi : 10.1016/j.math.2013.10.001
- Giovannetti, J. M., Bemben, M., Bemben, D., & Cramer, J. (2012). Relationship between estimated aerobic fitness and injury rates among active duty at an Air Force base based upon two separate measures of estimated cardiovascular fitness. *Military Medicine, 177*(1), 36-40. doi : 10.7205/MILMED-D-11-00225
- Glazier, P. S., & Davids, K. (2009). Constraints on the complete optimization of human motion. *Sports Medicine, 39*(1), 15-28. doi:10.2165/00007256-200939010-00002
- Gledhill, N., Jamnik, V.K., 1992. Characterization of the physical demands of firefighting. *Canadian Journal of Sport Science, 17*(3), 207-213.
- Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise. *Journal of Applied Physiology, 103*(2), 696-699. doi : 10.1152/jappphysiol.00008.2007
- Gollac, M., & Bodier, M. (2011). Mesurer les facteurs psychosociaux de risque au travail pour les maîtriser. Rapport du Collège d'expertise sur le suivi des risques psychosociaux au travail, faisant suite à la demande du Ministre du travail, de l'emploi et de la santé.
- Goodger, K., Gorely, T., Lavalley, D., & Harwood, C. (2007). Burnout in sport: A systematic review. *Sport Psychologist, 21*(2), 127-151.
- Goodwin, R. D., & Friedman, H. S. (2006). Health status and the five-factor personality traits in a nationally representative sample. *Journal of Health Psychology, 11*(5), 643-654. doi: 10.1177/1359105306066610

- Gómez, J. E., Ross, S. K., Calmbach, W. L., Kimmel, R. B., Schmidt, D. R., & Dhanda, R. (1998). Body fatness and increased injury rates in high school football linemen. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 8(2), 115-120.
- Gordon, H., & Larivière, M. (2014). Physical and psychological determinants of injury in Ontario forest firefighters. *Occupational Medicine*, 64(8), 583-588. doi: 10.1093/occmed/kqu133.
- Gould, D., Udry, E., Tuffey, S., & Loehr, J. (1996). Burnout in competitive junior tennis players: I. A quantitative psychological assessment. *Sport Psychologist*, 10, 322-340.
- Gnacinski, S. L. (2013). Occupational athletes: An integrated approach to firefighting performance. *Theses and Dissertations*. Paper 105.
- Gray, G. W. (1995) *Lower extremity functional profile*. Adrian, MI: Wynn Marketing, Inc.
- Gregory, T., Nettelbeck, T., & Wilson, C. (2010). Openness to experience, intelligence, and successful ageing. *Personality and Individual Differences*, 48(8), 895-899. doi:10.1016/j.paid.2010.02.017.
- Gribble, P. A., Delahunt, E., Bleakley, C., Caulfield, B., Docherty, C., Fourchet, F., ... & McKeon, P. (2013). Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. *British Journal of Sports Medicine*, 49(1), 121-127. doi:10.1136/bjsports-2013-093175
- Gribble, P. A., & Hertel, J. (2003). Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 7(2), 89-100. doi : 10.1207/S15327841MPEE0702_3.
- Griffin, S. C., Regan, T. L., Harber, P., Lutz, E. A., Hu, C., Peate, W. F., & Burgess, J. L. (2016). Evaluation of a fitness intervention for new firefighters: injury reduction and economic benefits. *Injury Prevention*, 22(3), 181-188. doi : 10.1136/injuryprev-2015-

- Grundy, S. E. (2000). *Perceived work-related stressors, personality, and degree of burnout in firefighters* (Doctoral dissertation, ProQuest Information & Learning).
- Grylls, E., & Spittle, M. (2008). Injury and burnout in Australian athletes. *Perceptual & Motor Skills, 107*(3), 873-892.
- Gunnoe, A. J., Horodyski, M., Tennant, K., & Murphey, M. (2001). The effect of life events on incidence of injury in high school football players. *Journal of Athletic Training, 36*(2), 150-155.
- Harris, M. B., Baloğlu, M., & Stacks, J. R. (2002). Mental health of trauma-exposed firefighters and critical incident stress debriefing. *Journal of Loss & Trauma, 7*(3), 223-238. doi: 10.1080/10811440290057639
- Harvey, S. B., Milligan-Saville, J. S., Paterson, H. M., Harkness, E. L., Marsh, A. M., Dobson, M., ... & Bryant, R. A. (2015). The mental health of fire-fighters: An examination of the impact of repeated trauma exposure. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry, 0004867415615217*. doi: 10.1177/0004867415615217
- Haslam, C., & Mallon, K. (2003). A preliminary investigation of post-traumatic stress symptoms among firefighters. *Work & Stress, 17*(3), 277-285. doi: 10.1080/02678370310001625649
- Hadzic, V., Sattler, T., Topole, E., Jarnovic, Z., Burger, H., & Dervisevic, E. (2009). Risk factors for ankle sprain in volleyball players: a preliminary analysis. *Isokinetics and Exercise Science, 17*(3), 155-160. doi : 10.3233/IES-2009-0347.
- Heinrichs, M., Wagner, D., Schoch, W., Soravia, L. M., Hellhammer, D. H., & Ehlert, U. (2005). Predicting posttraumatic stress symptoms from pretraumatic risk factors: a 2-year prospective follow-up study in firefighters. *American Journal of Psychiatry, 162*(12), 2276-2286. doi: 10.1176/appi.ajp.162.12.2276

- Hegg-Deloye, S. (2014). *Contraintes psychosociales au travail, risque d'obésité et risque cardiovasculaire chez les paramédics* (Doctoral dissertation, Université Laval).
- Henderson, E. M. (2015). *Evaluation of the Cumberland Ankle Instability Tool as a predictor of ankle re-injury in collegiate athletes* (Doctoral dissertation, University of Delaware).
- Henderson, N. D., Berry, M. W., & Matic, T. (2007). Field measures of strength and fitness predict firefighter performance on physically demanding tasks. *Personnel Psychology*, *60*(2), 431-473. doi: 10.1111/j.1744-6570.2007.00079.x
- Heller, D., Watson, D., & Ilies, R. (2004). The role of person versus situation in life satisfaction: a critical examination. *Psychological Bulletin*, *130*(4), 574-600. doi : 10.1037/0033-2909.130.4.574.
- Hertel, J. (2002). Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *Journal of Athletic Training*, *37*(4), 364-375.
- Hertel, J., Braham, R. A., Hale, S. A., & Olmsted-Kramer, L. C. (2006). Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *36*(3), 131-137. doi : 10.2519/jospt.2006.36.3.131
- Hertel, J., Miller, S. J., & Denegar, C. R. (2010). Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests. *Journal of Sport Rehabilitation*, *9*, 104-116.
- Hiller, C. E., Hertel, J., Buckley, W. E., & Denegar, C. R. (2001). Serial testing of postural control after acute lateral ankle sprain. *Journal of Athletic Training*, *36*(4), 363-368.
- Hilyer, J. C., Brown, K. C., Sirles, A. T., & Peoples, L. (1990). A flexibility intervention to reduce the incidence and severity of joint injuries among municipal firefighters. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, *32*(7), 631-637.
- Hobfoll, S. E. (1989). Conservation of resources: A new attempt at conceptualizing

- stress. *American Psychologist*, 44(3), 513-524. doi : 10.1037/0003-066X.44.3.513
- Hobfoll, S. E. (2012). Conservation of resources and disaster in cultural context: The caravans and passageways for resources. *Psychiatry*, 75(3), 227-232.
- Hobfoll, S.E., & Freedy, J. (1993). *Conservation of resources: A general stress theory applied to burnout*. In W. B. Schaufeli, C. Maslach, & T. Marek (Eds.), *Professional burnout: Recent developments in theory and research* (pp. 115-129). Washington, DC : Taylor & Francis.
- Hobfoll, S. E., & Shirom, A. (1993). Stress and burnout in the workplace: Conservation of resources. *Handbook of Organizational Behavior*, 1, 41-61.
- Hobfoll, S. E., & Wells, J. D. (1998). Conservation of Resources, Stress, and Aging. In *Handbook of aging and mental health* (pp. 121-134). Springer US.
- Hoch, M. C., & McKeon, P. O. (2011). Normative range of weight-bearing lunge test performance asymmetry in healthy adults. *Manual Therapy*, 16(5), 516-519. doi : 10.1016/j.math.2011.02.012
- Holahan, C. J., Moos, R. H., & Schaefer, J. A. (1996). Coping, stress resistance, and growth: Conceptualizing adaptive functioning. In M. Zeidner & N. S. Endler (Eds.), *Handbook of coping* (pp. 24-43). New York: Wiley.
- Holme, E., Magnusson, S. P., Becher, K., Bieler, T., Aagaard, P., & Kjaer, M. (1999). The effect of supervised rehabilitation on strength, postural sway, position sense and re-injury risk after acute ankle ligament sprain. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 9(2), 104-109. doi : 10.1111/j.1600-0838.1999.tb00217.x
- Holmér, I., & Gavhed, D. (2007). Classification of metabolic and respiratory demands in firefighting activity with extreme workloads. *Applied Ergonomics*, 38(1), 45-52. doi: 10.1016/j.apergo.2006.01.004.
- Hølmer, P., Søndergaard, L., Konradsen, L., Nielsen, P. T., & Jørgensen, L. N. (1994).

- Epidemiology of sprains in the lateral ankle and foot. *Foot & Ankle International*, 15(2), 72-74. doi: 10.1177/107110079401500204
- Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of Athletic Training*, 42(2), 311-319.
- Hootman, J. M., Macera, C. A., Ainsworth, B. E., Martin, M., Addy, C. L., & Blair, S. N. (2001). Association among physical activity level, cardiorespiratory fitness, and risk musculoskeletal injury. *American Journal of Epidemiology*, 154(3), 251-258. doi : 10.1093/aje/154.3.251
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age and Ageing*, 35(2), 7-11. doi: 10.1093/ageing/afl077
- Huang, M., Risling, M., & Baker, D. G. (2016). The role of biomarkers and MEG-based imaging markers in the diagnosis of post-traumatic stress disorder and blast-induced mild traumatic brain injury. *Psychoneuroendocrinology*, 63, 398-409. doi : 10.1016/j.psyneuen.2015.02.008
- Hubbard, T. J., & Hertel, J. (2006). Mechanical contributions to chronic lateral ankle instability. *Sports Medicine*, 36(3), 263-277. doi:10.2165/00007256-200636030-00006
- Hughes, P. B. (2014). *Association between athlete burnout and athletic injury*. The university of north carolina at chapel hill.
- Hur, P., Rosengren, K. S., Horn, G. P., Smith, D. L., & Hsiao-Wecksler, E. T. (2013). Effect of protective clothing and fatigue on functional balance of firefighters. *Journal of Ergonomics*, 2014. doi:10.4172/2165-7556.S2-004
- Isoard-Gauthier, S., Guillet-Descas, E., & Duda, J. L. (2013). How to achieve in elite training centers without burning out? An achievement goal theory perspective. *Psychology of*

Sport and Exercise, 14(1), 72-83.

- Jahnke, S.A., Poston, W.S.C., Haddock, C.K., 2013b. Obesity and incident injury among career firefighters in the central United States. *Obesity* 21(8), 1505-1508. doi:10.1002/oby.20436
- Jahnke, S.A., Poston, W.S.C., Haddock, C.K., Jitnarin, N., 2013a. Injury among a population based sample of career firefighters in the central USA. *Injury Prevention*, 19(6), 393-398. doi:10.1136/injuryprev-2012-040662
- John, O. P., & Srivastava, S. (1999). The Big Five trait taxonomy: History, measurement, and theoretical perspectives. *Handbook of Personality: Theory and Research*, 2, 102-138.
- Jonassaint, C. R., Boyle, S. H., Kuhn, C. M., Siegler, I. C., Copeland, W. E., & Williams, R. (2010). Personality and inflammation: the protective effect of openness to experience. *Ethnicity & Disease*, 20(1), 11-14.
- Kang, M. H., Lee, D. K., Park, K. H., & Oh, J. S. (2015). Association of ankle kinematics and performance on the y-balance test with inclinometer measurements on the weight-bearing-lunge test. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24, 62-67. doi : 10.1123/jsr.2013-0117.
- Kannus, P. E. K. K. A., & Renström, P. A. F. H. (1991). Treatment for acute tears of the lateral ligaments of the ankle. Operation, cast, or early controlled mobilization. *The Journal of Bone Joint Surgery American*, 73(2), 305-312.
- Kanzari, R. (2008). *Les Sapeurs-pompiers, une identité temporelle de métier* (Doctoral dissertation, Université Toulouse le Mirail-Toulouse II).
- Karasek, R. (1990). Lower health risk with increased job control among white collar workers. *Journal of Organizational Behavior*, 11(3), 171-185. doi: 10.1002/job.4030110302

- Karter, M. J. (2013). *Fire loss in the United States during 2012*. NFPA.
- Karter, M. J., & Molis, J. L. (2011). *US firefighter injuries-2010*. National Fire Protection Association, Fire Analysis and Research Division.
- Kato, T. (2015). Frequently used coping scales: A Meta-Analysis. *Stress and Health, 31*(4), 315-323. doi : 10.1002/smi.2557.
- Katsavouni, F., Bebetos, E., Malliou, P., & Beneka, A. (2015). The relationship between burnout, PTSD symptoms and injuries in firefighters. *Occupational Medicine, 66*(1), 32-37. doi: 10.1093/occmed/kqv144
- Kehl, D., Knuth, D., Hulse, L., & Schmidt, S. (2015). Predictors of postevent distress and growth among firefighters after work-related emergencies-A cross-national study. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy, 7*(3), 203. doi: 10.1037/a0037954
- Kendzierski, D. (1990). Exercise self-schemata: Cognitive and behavioral correlates. *Health Psychology, 9*(1), 69-82. doi :10.1037/0278-6133.9.1.69
- Kincl, L. D., Bhattacharya, A., Succop, P. A., & Clark, C. S. (2002). Postural sway measurements: a potential safety monitoring technique for workers wearing personal protective equipment. *Applied Occupational and Environmental Hygiene, 17*(4), 256-266. doi : 10.1080/10473220252826565
- Kinzey, S., & Armstrong, C. (1998). The reliability of the Star-Excursion test in assessing dynamic balance. *Journal of Orthopedic and Sport Physical Therapy, 27*(5), 356–360. doi : 10.2519/jospt.1998.27.5.356
- Klee, S., & Renner, K. H. (2013). In search of the “Rescue Personality”. A questionnaire study with emergency medical services personnel. *Personality and Individual Differences, 54*(5), 669-672. doi: 10.1016/j.paid.2012.11.006
- Knapik, J.J., Sharp, M.A., Canham-Chervak, M., Hauret, K., Patton, J.F., & Jones, P.H.

- (2001). Risk factors for training-related injuries among men and women in basic combat training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 946-954. doi: 10.1097/00005768-200106000-00014
- Kofotolis, N. D., Kellis, E., & Vlachopoulos, S. P. (2007). Ankle sprain injuries and risk factors in amateur soccer players during a 2-year period. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(3), 458-466. doi: 10.1177/0363546506294857.
- Koleck, M., Bruchon-Schweitzer, M., & Bourgeois, M. L. (2003). Stress et coping: un modèle intégratif en psychologie de la santé. *Annales Médico-Psychologiques, Revue Psychiatrique*, 161(10), 809-815. doi : 10.1016/j.amp.2003.10.005.
- Konor, M. M., Morton, S., Eckerson, J. M., & Grindstaff, T. L. (2012). Reliability of three measures of ankle dorsiflexion range of motion. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 7(3), 279-287.
- Konradsen, L., Bech, L., Ehrenbjerg, M., & Nickelsen, T. (2002). Seven years follow-up after ankle inversion trauma. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 12(3), 129-135.
- Konradsen, L., Olesen, S., & Hansen, H. M. (1998). Ankle sensorimotor control and eversion strength after acute ankle inversion injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(1), 72-77.
- Kotov, R., Gamez, W., Schmidt, F., & Watson, D. (2010). Linking “big” personality traits to anxiety, depressive, and substance use disorders: a meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(5), 768-812. doi : 10.1037/a0020327.
- Kotter-Grühn, D., Kleinspehn-Ammerlahn, A., Gerstorf, D., & Smith, J. (2009). Self-perceptions of aging predict mortality and change with approaching death: 16-year longitudinal results from the Berlin Aging Study. *Psychology and Aging*, 24(3), 654-667. doi: 10.1037/a0016510.

- Kristensen, T. S., Borritz, M., Villadsen, E., & Christensen, K. B. (2005). The Copenhagen Burnout Inventory: A new tool for the assessment of burnout. *Work & Stress, 19*(3), 192-207. doi: 10.1080/02678370500297720
- Kuehl, K. S., Kisbu-Sakarya, Y., Elliot, D. L., Moe, E. L., DeFrancesco, C. A., MacKinnon, D. P., ... & Kuehl, H. E. (2012). Body mass index is a predictor of fire fighter injury and worker compensation claims. *Journal of Occupational and Environmental Medicine, 54*(5), 579-582. doi: 10.1097/JOM.0b013e318249202d
- LaFauci Schutt, J. M., & Marotta, S. A. (2011). Personal and environmental predictors of posttraumatic stress in emergency management professionals. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy, 3*(1), 8-15. doi: 10.1037/a0020588.
- Lajoix, T. (2011). *Prise en charge de l'entorse de cheville en médecine générale, connaissance et application des critères d'Ottawa: enquête auprès de 130 médecins de la Haute-Vienne* (Doctoral dissertation).
- Landen, S. M., & Wang, C. C. D. (2010). Adult attachment, work cohesion, coping, and psychological well-being of firefighters. *Counselling Psychology Quarterly, 23*(2), 143-162. doi : 10.1080/09515071003776028.
- Lavender, S. A., Conrad, K. M., Reichelt, P. A., Gacki-Smith, J., & Kohok, A. K. (2007a). Designing ergonomic interventions for EMS workers, Part I: transporting patients down the stairs. *Applied Ergonomics, 38*(1), 71-81. doi: 10.1016/j.apergo.2005.12.005
- Lavender, S. A., Conrad, K. M., Reichelt, P. A., Kohok, A. K., & Gacki-Smith, J. (2007b). Designing ergonomic interventions for EMS workers—part II: lateral transfers. *Applied Ergonomics, 38*(2), 227-236. doi : 10.1016/j.apergo.2006.02.005
- Lazarus, R. S. (1966). *Psychological stress and the coping process*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. New York, NY:

Springer.

- Leanderson, J., Bergqvist, M., Rolf, C., Westblad, P., Wigelius-Roovers, S., & Wredmark, T. (1999). Early influence of an ankle sprain on objective measures of ankle joint function A prospective randomised study of ankle brace treatment. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 7(1), 51-58. doi : 10.1007/s001670050120.
- Lee, R. T., & Ashforth, B. E. (1996). A meta-analytic examination of the correlates of the three dimensions of job burnout. *Journal of Applied Psychology*, 81(2), 123. doi : 10.1037/0021-9010.81.2.123
- Lee, S. Y., Kim, K. R., Park, J. Y., Park, J. S., Kim, B., Kang, J. I., ... & Kwon, J. S. (2011). Coping strategies and their relationship to psychopathologies in people at ultra high-risk for psychosis and with schizophrenia. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 199(2), 106-110. doi: 10.1097/NMD.0b013e3182083b96.
- Leiter, M. P., & Schaufeli, W. B. (1996). Consistency of the burnout construct across occupations. *Anxiety, Stress, and Coping*, 9(3), 229-243.
- Lemon, P. W. R., & Hermiston, R. T. (1977). The human energy cost of fire fighting. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 19(8), 558-562.
- Lemyre, P. N., Roberts, G. C., & Stray-Gundersen, J. (2007). Motivation, overtraining, and burnout: Can self-determined motivation predict overtraining and burnout in elite athletes?. *European Journal of Sport Science*, 7(2), 115-126. doi: 10.1080/17461390701302607
- Leyk, D., Gorges, W., Ridder, D., Wunderlich, M., Rütger, T., Sievert, A., & Essfeld, D. (2007). Hand-grip strength of young men, women and highly trained female athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 99(4), 415-421. doi: 10.1007/s00421-006-0351-1
- Lindberg, A. S., Oksa, J., Antti, H., & Malm, C. (2015). Multivariate Statistical Assessment

- of Predictors of Firefighters' Muscular and Aerobic Work Capacity. *PloS one*, 10(3), e0118945. doi : 10.1371/journal.pone.0118945
- Lindberg, A. S., Oksa, J., Gavhed, D., & Malm, C. (2013). Field tests for evaluating the aerobic work capacity of firefighters. *PLOS one*, 8(7), e68047. doi : 10.1371/journal.pone.0068047
- Lima, E. D. P., Assunção, A. Á., & Barreto, S. M. (2015). Prevalence of depression among firefighters. *Cadernos de Saúde Pública*, 31(4), 733-743. doi : 10.1590/0102-311X00053414
- Lochbaum, M., & Gottardy, J. (2015). A meta-analytic review of the approach-avoidance achievement goals and performance relationships in the sport psychology literature. *Journal of Sport and Health Science*, 4(2), 164-173. doi : 10.1016/j.jshs.2013.12.004.
- Lourel, M., Abdellaoui, S., Chevaleyre, S., Paltrier, M., Gana, K., 2008. Relationships between psychological job demands, job control and burnout among firefighters. *North American Journal of Psychology*, 10(3), 489-496.
- Luo, Y., Tao, F. B., Zhang, A. H., Xu, Y. Q., Yan, S. Q., & Huang, Z. H. (2010). [A prospective study on the current status of repeated injuries and its risk factors in middle school and college students]. *Zhonghua liu xing bing xue za zhi= Zhonghua liuxingbingxue zazhi*, 31(1), 30-33.
- Macrum, E., Robert Bell, D., Boling, M., Lewek, M., & Padua, D. (2012). Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle-activation patterns during a squat. *Journal of Sport Rehabilitation*, 21(2), 144-150.
- Malek, M. D. A., Fahrudin, A., Kamil, M., & Shafinaz, I. (2009). Occupational stress and psychological well-being in emergency services. *Asian Social Work and Policy Review*, 3(3), 143-154. doi : 10.1111/j.1753-1411.2009.00030.x.

- Mandarakas, M., Pourkazemi, F., Sman, A., Burns, J., & Hiller, C. E. (2014). Systematic review of chronic ankle instability in children. *Journal of Foot and Ankle Research*, 7(1), 1-21. doi : 10.1186/1757-1146-7-21
- Marmar, C. R., Weiss, D. S., Metzler, T. J., Ronfeldt, H. M., & Foreman, C. (1996). Stress responses of emergency services personnel to the Loma Prieta earthquake Interstate 880 freeway collapse and control traumatic incidents. *Journal of Traumatic Stress*, 9(1), 63-85. doi : 10.1007/BF02116834
- Mascret, N., Elliot, A. J., & Cury, F. (2015). Extending the 3× 2 achievement goal model to the sport domain: the 3× 2 achievement goal questionnaire for sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 17, 7-14. doi : 10.1016/j.psychsport.2014.11.001.
- Maslach, C., & Jackson, S. E. (1981). MBI: Maslach burnout inventory. *Palo Alto, CA*.
- Maslach, C., & Jackson, S. E. (1984). Burnout in organizational settings. *Applied Social Psychology Annual*, 5, 133-153
- Maslach, C., & Jackson, S. E. (1986). MBI: Maslach Burnout Inventory; manual research edition. *University of California, Palo Alto, CA*.
- Maslach, C., & Leiter, M. P. (1997). *The truth about burnout*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Maslach, C., & Leiter, M. P. (2008). Early predictors of job burnout and engagement. *Journal of Applied Psychology*, 93(3), 498. doi: 10.1037/0021-9010.93.3.498
- Maslach, C., Schaufeli, W. B., & Leiter, M. P. (2001). Job burnout. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 397-422. doi: 10.1146/annurev.psych.52.1.397
- Mayer, J. M., & Nuzzo, J. L. (2015). Worksite back and core exercise in firefighters: Effect on development of lumbar multifidus muscle size. *Work*, 50(4), 621-627.
- McCall, J. P. (2001). A correlational study of firefighter personality traits and emotional exhaustion. *Doctor of Psychology (PsyD)*. Paper 150.

<http://digitalcommons.georgefox.edu/psyd/150>

- McCrae, R. R., & Costa, P. T. (1985). Updating Norman's "adequacy taxonomy": Intelligence and personality dimensions in natural language and in questionnaires. *Journal of Personality and Social Psychology*, 49(3), 710-721. doi: 10.1037/0022-3514.49.3.710.
- McDonough, S. L., Phillips, J. S., & Twilbeck, T. J. (2015). Determining best practices to reduce occupational health risks in firefighters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 2041-2044. doi: 10.1519/JSC.0000000000000839
- McFarlane, A. C., & Bryant, R. A. (2007). Post-traumatic stress disorder in occupational settings: anticipating and managing the risk. *Occupational Medicine*, 57(6), 404-410. doi: 10.1093/occmed/kqm070
- McGuine, T. A., Greene, J. J., Best, T., & Levenson, G. (2000). Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 10(4), 239-244.
- McGuine, T. A., & Keene, J. S. (2006). The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(7), 1103-1111. doi: 10.1177/0363546505284191.
- McKay, G. D., Goldie, P. A., Payne, W. R., & Oakes, B. W. (2001). Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. *British Journal of Sports Medicine*, 35(2), 103-108. doi:10.1136/bjism.35.2.103
- McKeon, P. O., & Hertel, J. (2008). Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part I: can deficits be detected with instrumented testing?. *Journal of athletic training*, 43(3), 293-304.
- Meyer, E. C., Zimering, R., Daly, E., Knight, J., Kamholz, B. W., & Gulliver, S. B. (2012). Predictors of posttraumatic stress disorder and other psychological symptoms in trauma-exposed firefighters. *Psychological Services*, 9(1), 1-15. doi :

10.1037/a0026414

- Michaelides, M. A., Parpa, K. M., Henry, L. J., Thompson, G. B., & Brown, B. S. (2011). Assessment of physical fitness aspects and their relationship to firefighters' job abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 956-965. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181cc23ea
- Michaelides, M. A., Parpa, K. M., Thompson, J., & Brown, B. (2008). Predicting Performance on a Firefighter's Ability Test From Fitness Parameters. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 79(4), 468-475. doi: 10.1080/02701367.2008.10599513
- Milen, D. (2009). The ability of firefighting personnel to cope with stress. *Journal of Social Change*, 3(1), 38-56.
- Mitani, S., Fujita, M., Nakata, K., & Shirakawa, T. (2006). Impact of post-traumatic stress disorder and job-related stress on burnout: A study of fire service workers. *The Journal of Emergency Medicine*, 31(1), 7-11.
- Mitchell, J., & Bray, G. (1990). *Emergency services stress: Guidelines for preserving the health and careers of emergency services personnel*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Moran, C., & Colless, E. (1995). Positive reactions following emergency and disaster responses. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 4(1), 55-60. doi: 10.1108/09653569510079050
- Morizot, J., & Miranda, D. (2007). Approche des traits de personnalité: Postulats, controverses et progrès récents. *Revue de Psychoéducation*, 36(2), 363-419.
- Morley, J., Beauchamp, G., Suyama, J., Guyette, F. X., Reis, S. E., Callaway, C. W., & Hostler, D. (2012). Cognitive function following treadmill exercise in thermal protective clothing. *European Journal of Applied Physiology*, 112(5), 1733-1740.

doi:10.1007/s00421-011-2144-4

- Naidoo, L. J., DeCriscio, A., Bily, H., Manipella, A., Ryan, M., & Youdim, J. (2012). The 2×2 model of goal orientation and burnout: The role of approach–avoidance dimensions in predicting burnout. *Journal of Applied Social Psychology, 42*(10), 2541-2563.
- Nicholls, J. G. (1984). Achievement motivation: Conceptions of ability, subjective experience, task choice, and performance. *Psychological Review, 91*, 328-346.
- Nien, C. L., & Duda, J. L. (2008). Antecedents and consequences of approach and avoidance achievement goals: A test of gender invariance. *Psychology of Sport and Exercise, 9*(3), 352-372. doi : 10.1016/j.psychsport.2007.05.002.
- Noronha, M. D., Franca, L. C., Hauptenthal, A., & Nunes, G. S. (2013). Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: a prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 23*(5), 541-547. doi : 10.1111/j.1600-0838.2011.01434.x.
- O'Loughlin, P. F., Murawski, C. D., Egan, C., & Kennedy, J. G. (2009). Ankle instability in sports. *The Physician and Sports Medicine, 37*(2), 93-103. doi : 10.3810/psm.2009.06.1715
- Olmsted, L. C., Carcia, C. R., Hertel, J., & Shultz, S. J. (2002). Efficacy of the Star Excursion Balance Test in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training, 37*(4), 501–506.
- Olson, K. R. (2005). Engagement and self-control: Superordinate dimensions of Big Five traits. *Personality and Individual Differences, 38*(7), 1689-1700. doi: 10.1016/j.paid.2004.11.003.
- Ormel, J., & Wohlfarth, T. (1991). How neuroticism, long-term difficulties, and life situation change influence psychological distress: a longitudinal model. *Journal of Personality and Social Psychology, 60*(5), 744-755. doi : 10.1037/0022-3514.60.5.744.

- Orris, P., Melius J., Duffy, R.M., 1995. *Fire-fighters' safety and health. Occupational medicine: state of the art reviews*. Philadelphia, PA: Hanley & Belfus 742-762.
- Pacella, M. L., Hruska, B., & Delahanty, D. L. (2013). The physical health consequences of PTSD and PTSD symptoms: a meta-analytic review. *Journal of Anxiety Disorders, 27*(1), 33-46. doi: 10.1016/j.janxdis.2012.08.004
- Pajonk, F. G., Andresen, B., Schneider-Axmann, T., Teichmann, A., Gärtner, U., Lubda, J., ... & von Knobelsdorff, G. (2010). Personality traits of emergency physicians and paramedics. *Emergency Medicine Journal, 28*(3), 141-146. doi:10.1136/emj.2009.083311
- Park, K., Hur, P., Rosengren, K. S., Horn, G. P., & Hsiao-Wecksler, E. T. (2010). Effect of load carriage on gait due to firefighting air bottle configuration. *Ergonomics, 53*(7), 882-891. doi: 10.1080/00140139.2010.489962
- Parker, J. D., & Endler, N. S. (1992). Coping with coping assessment: A critical review. *European Journal of Personality, 6*(5), 321-344. doi : 10.1002/per.2410060502
- Pau, M., Leban, B., Collu, G., & Migliaccio, G. M. (2014). Effect of light and vigorous physical activity on balance and gait of older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 59*(3), 568-573. doi: 10.1016/j.archger.2014.07.008
- Pawlak, R., Clasey, J. L., Palmer, T., Symons, T. B., & Abel, M. G. (2015). The effect of a novel tactical training program on physical fitness and occupational performance in firefighters. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 29*(3), 578-588.
- Payne, K. A., Berg, K., & Latin, R. W. (1997). Ankle injuries and ankle strength, flexibility, and proprioception in college basketball players. *Journal of Athletic Training, 32*(3), 221-225.
- Peate, W. F., Bates, G., Lunda, K., Francis, S., & Bellamy, K. (2007). Core strength: a new

- model for injury prediction and prevention. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 2(1), 1-9. doi : 10.1186/1745-6673-2-3
- Pekrun, R., Elliot, A. J., & Maier, M. A. (2009). Achievement goals and achievement emotions: Testing a model of their joint relations with academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 101(1), 115-135. doi : 10.1037/a0013383.
- Pelham, B. (2016). Saving Our Heroes: A Longitudinal Study of Mental Disorders Within the Fire Service. *Scripps Senior Theses*
- Perneger, T., & Perrier, A. (2008). Analyse d'un test diagnostique: courbe ROC, ou «receiver operating characteristic».
- Perroni, F., Cignitti, L., Cortis, C., & Capranica, L. (2014). Physical fitness profile of professional Italian firefighters: Differences among age groups. *Applied Ergonomics*, 45(3), 456-461.
- Perroni, F., Guidetti, L., Cignitti, L., & Baldari, C. (2014). Psychophysiological responses of firefighters to emergencies: A review. *Open Sports Sciences Journal*, 7(1), 8-15.
- Perroni, F., Tessitore, A., Cibelli, G., Lupo, C., D'Artibale, E., Cortis, C., ... & Capranica, L. (2009). Effects of simulated firefighting on the responses of salivary cortisol, alpha-amylase and psychological variables. *Ergonomics*, 52(4), 484-491. doi: 10.1080/00140130802707873
- Perroni, F., Tessitore, A., Cortis, C., Lupo, C., D'Artibale, E., Cignitti, L., & Capranica, L. (2010). Energy cost and energy sources during a simulated firefighting activity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3457-3463. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b2c7ff
- Perry, S., Radtke, A., & Goodwin, C. (2007). Influence of footwear midsole material hardness on dynamic balance control during unexpected gait termination. *Gait & Posture* 25(1), 94-98. doi: 10.1016/j.gaitpost.2006.01.005

Petrucci, M. N., Harton, B., Rosengren, K. S., Horn, G. P., & Hsiao-Wecksler, E. T. (2012).

What causes slips, trips, and falls on the fireground? A survey. In *36th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics*.

Phillips, M., Petersen, A., Abbiss, C. R., Netto, K., Payne, W., Nichols, D., & Aisbett, B.

(2011). Pack Hike Test finishing time for Australian firefighters: Pass rates and correlates of performance. *Applied ergonomics*, 42(3), 411-418. doi: 10.1016/j.apergo.2010.08.020

Picot, B., Caillat-Miousse, J.L., Toschi, P., & Forestier, N. (2010). Quels est l'impact de la chaussure de ski sur la proprioception de la cheville ? *Kinésithérapie scientifique*, (506), 5.

Pines, A. M., & Kanner, A. D. (1982). Nurses' burnout: Lack of positive conditions and presence of negative conditions as two independent sources of stress. *Journal of Psychosocial Nursing and Mental Health Services*, 20(8), 30-35.

Pintrich, P. R. (2000). Multiple goals, multiple pathways: The role of goal orientation in learning and achievement. *Journal of Educational Psychology*, 92(3), 544-562. doi : 10.1016/B978-012109890-2/50043-3.

Plaisant, O., Courtois, R., Réveillère, C., Mendelsohn, G. A., & John, O. P. (2010).

Validation par analyse factorielle du Big Five Inventory français (BFI-Fr). Analyse convergente avec le NEO-PI-R. *Annales Médico-Psychologiques, Revue Psychiatrique*, 168, 97-106.

Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). Star Excursion

Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(12), 911-919. doi : 10.2519/jospt.2006.2244.

Pope, R., Herbert, R., & Kirwan, J. (1998). Effects of ankle dorsiflexion range and pre-

- exercise calf muscle stretching on injury risk in Army recruits. *Australian Journal of Physiotherapy*, 44(3), 165-172. doi : 10.1016/S0004-9514(14)60376-7.
- Poplin, G.S., Roe, D.J., Burgess, J.L., Peate, W.F., Harris, R.B., 2015. Fire fit: assessing comprehensive fitness and injury risk in the fire service. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, doi: 10.1007/s00420-015-1068-4.
- Poplin, G.S., Roe, D.J., Peate, W., Harris, R.B., Burgess, J.L., 2014. The association of aerobic fitness with injuries in the fire service. *American Journal of Epidemiology*, 179, 149-155. doi: 10.1093/aje/kwt213
- Poston, L., Briley, A. L., Barr, S., Bell, R., Croker, H., Coxon, K., ... & Khazaezadeh, N. (2013). Developing a complex intervention for diet and activity behaviour change in obese pregnant women (the UPBEAT trial); assessment of behavioural change and process evaluation in a pilot randomised controlled trial. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 13(1), 1-16. doi: 10.1186/1471-2393-13-148
- Pourkazemi, F., Hiller, C. E., Raymond, J., Nightingale, E. J., & Refshauge, K. M. (2014). Predictors of chronic ankle instability after an index lateral ankle sprain: a systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(6), 568-573.
- Pourny, C., 2003. Rapport général de mission sur la sécurité des pompiers en intervention. Paris (France), Ministère de l'Intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales 2003.
- Powden, C. J., Hoch, J. M., & Hoch, M. C. (2015). Reliability and minimal detectable change of the weight-bearing lunge test: A systematic review. *Manual Therapy*, 20(4), 524-532. doi : 10.1016/j.math.2015.01.004
- Powell, K. E., Paluch, A. E., & Blair, S. N. (2011). Physical activity for health: What kind? How much? How intense? On top of what?. *Public Health*, 32(1), 349-365. doi : 10.1146/annurev-publhealth-031210-101151

- Powers, M. B., Halpern, J. M., Ferenschak, M. P., Gillihan, S. J., & Foa, E. B. (2010). A meta-analytic review of prolonged exposure for posttraumatic stress disorder. *Clinical Psychology Review, 30*(6), 635-641. doi : 10.1016/j.cpr.2010.04.007
- Punakallio, A., Hirvonen, M., & Grönqvist, R. (2005). Slip and fall risk among firefighters in relation to balance, muscular capacities and age. *Safety Science, 43*(7), 455-468.
- Punakallio, A., Lusa, S., & Luukkonen, R. (2003). Protective equipment affects balance abilities differently in younger and older firefighters. *Aviation, Space, and Environmental Medicine, 74*(11), 1151-1156.
- Rabin, A., & Kozol, Z. (2012). Weightbearing and nonweightbearing ankle dorsiflexion range of motion: are we measuring the same thing?. *Journal of the American Podiatric Medical Association, 102*(5), 406-411. doi : 10.7547/1020406
- Rabin, A., Kozol, Z., Spitzer, E. & Finestone, A.S. (2015). Weight-bearing ankle dorsiflexion range of motion-can side-to-side symmetry be assumed? *Journal of Athletic Training, 50*(1), 30-35. doi: 10.4085/1062-6050-49.3.40
- Raedeke, T. D., & Smith, A. L. (2009). The Athlete Burnout Questionnaire Test Manual. *Morgantown, West Virginia: Fitness Information Technology.*
- Refshauge, K. M., Herbert, R. D., & Kilbreath, S. L. (2008). Intrinsic predictors of lateral ankle sprain in adolescent dancers: a prospective cohort study. *Clinical Journal of Sport Medicine, 18*(1), 44-48. doi: 10.1097/JSM.0b013e31815f2b35.
- Regehr, C., Dimitropoulos, G., Bright, E., George, S., & Henderson, J. (2005). Behind the brotherhood: Rewards and challenges for wives of firefighters. *Family Relations, 54*(3), 423-435. doi: 10.1111/j.1741-3729.2005.00328.x
- Regehr, C., Hill, J., & Glancy, G. D. (2000). Individual predictors of traumatic reactions in firefighters. *The Journal of Nervous and Mental Disease, 188*(6), 333-339.
- Regehr, C., Hill, J., Knott, T., & Sault, B. (2003). Social support, self-efficacy and trauma in

- new recruits and experienced firefighters. *Stress and Health*, 19(4), 189-193. doi : 10.1002/smi.974.
- Reichelt, P.A., Conrad, K.M., 1994. Musculoskeletal injury: ergonomics and physical fitness in firefighters. *Occupational Medicine*, 10(4), 735-746.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., & Gray, R. (2004). Physical fitness and job performance of firefighters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(2), 348-352.
- Riou, F., Boiché, J., Doron, J., Romain, A. J., Corrion, K., Ninot, G., ... & Gernigon, C. (2012). Development and validation of the French achievement goals questionnaire for sport and exercise (FAGQSE). *European Journal of Psychological Assessment*, 28, 313-320. doi : 10.1027/1015-5759/a000112.
- Roberts, G. C., Treasure, D. C., & Conroy, D. E. (2007). Understanding the dynamics of motivation in sport and physical activity: An achievement goal interpretation. *Handbook of Sport Psychology, Third Edition*, 1-30. doi : 10.1002/9781118270011.ch1
- Robinson, R. H., & Gribble, P. A. (2008). Support for a reduction in the number of trials needed for the Star Excursion Balance Test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(2), 364-370. doi : 10.1016/j.apmr.2007.08.139.
- Rodríguez-Fernández, Á. L., Rebollo-Roldán, J., Jiménez-Rejano, J. J., & Güeita-Rodríguez, J. (2015). Psychometric properties of the Spanish version of the Cumberland Ankle Instability Tool. *Disability and Rehabilitation*, 37(20), 1888-1894. doi : 10.3109/09638288.2014.984879
- Rogers, T. J., Alderman, B. L., & Landers, D. M. (2003). Effects of life-event stress and hardiness on peripheral vision in a real-life stress situation. *Behavioral Medicine*, 29(1), 21-26. doi: 10.1080/08964280309596171
- Rogers, T. J., & Landers, D. M. (2005). SPORT PSYCHOLOGY. *Journal of Sport &*

- Exercise Psychology*, 27, 271-288.
- Rolland, J. P. (2013). *L'évaluation de la personnalité: Le modèle en cinq facteurs*. Primento.
- Salovey, P., Bedell, B. T., Detweiler, J. B., & Mayer, J. D. (1999). Coping intelligently. *Coping*, 141-164.
- Saijo, Y., Ueno, T., & Hashimoto, Y. (2008). Twenty-four-hour shift work, depressive symptoms, and job dissatisfaction among Japanese firefighters. *American Journal of Industrial Medicine*, 51(5), 380-391. doi : 10.1002/ajim.20571
- Sassi, N., & Neveu, J. P. (2010). Traduction et validation d'une nouvelle mesure d'épuisement professionnel: Le shirom-melamed burnout measure. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue Canadienne des Sciences du Comportement*, 42(3), 177-184. doi : 10.1037/a0017700
- Sattler, D. N., Assanangkornchai, S., Moller, A. M., Kesavatana-Dohrs, W., & Graham, J. M. (2014). Indian Ocean tsunami: Relationships among posttraumatic stress, posttraumatic growth, resource loss, and coping at 3 and 15 months. *Journal of Trauma & Dissociation*, 15(2), 219-239. doi: 10.1080/15299732.2014.869144
- Scandella, F. (2012). *Firefighters: feeling the heat*. European Trade Union Institute.
- Schaufeli, W., & Enzmann, D. (1998). *The burnout companion to study and practice: A critical analysis*. CRC press.
- Schiano-Lomoriello, S., Cury, F., & Da Fonséca, D. (2005). Développement et validation du questionnaire d'approche et d'évitement en éducation physique et sportive (QAE–EPS). *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/European Review of Applied Psychology*, 55(2), 85-98. doi : 10.1016/j.erap.2004.06.004.
- Schulz, R., Bookwala, J., Knapp, J. E., Scheier, M., & Williamson, G. M. (1996). Pessimism, age, and cancer mortality. *Psychology and Aging*, 11(2), 304-309. doi : 10.1037/0882-7974.11.2.304.

- Scotfield, D. E., & Kardouni, J. R. (2015). The Tactical Athlete: A Product of 21st Century Strength and Conditioning. *Strength & Conditioning Journal*, 37(4), 2-7. doi: 10.1519/SSC.0000000000000149
- Scott, C., & Myers, K. K. (2005). The socialization of emotion: Learning emotion management at the fire station. *Journal of Applied Communication Research*, 33(1), 67-92. doi: 10.1080/0090988042000318521
- Sefton, J. M., Yarar, C., Hicks-Little, C. A., Berry, J. W., & Cordova, M. L. (2011). Six weeks of balance training improves sensorimotor function in individuals with chronic ankle instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 41(2), 81-89.
- Selye, H. (1946). The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation 1. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 6(2), 117-230.
- Sheaff, A. K., Bennett, A., Hanson, E. D., Kim, Y.S., Hsu, J., Shim, J. K., ... & Hurley BF. (2010). Physiological determinants of the candidate physical ability test in firefighters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24, 3112- 3122.
- Shiple, B. A., Weiss, A., Der, G., Taylor, M. D., & Deary, I. J. (2007). Neuroticism, extraversion, and mortality in the UK Health and Lifestyle Survey: a 21-year prospective cohort study. *Psychosomatic Medicine*, 69(9), 923-931. doi : 10.1097/PSY.0b013e31815abf83
- Shirom, A. (1989). *Burnout in work organizations*. In C. L. Cooper & I. T. Robertson (Eds.), *International Review of Industrial and Organizational Psychology* (pp. 25/48). New York: Wiley.
- Shirom, A. (2003). Job-related burnout. In J. C. Quick & L. E. Tetrick (Eds.), *Handbook of Occupational Health Psychology* (pp. 245–265). Washington, DC: American Psychological Association
- Shirom, A., & Melamed, S. (2006). A comparison of the construct validity of two burnout

- measures in two groups of professionals. *International Journal of Stress Management*, 13(2), 176-200. doi: 10.1037/1072-5245.13.2.176
- Shirom, A., Nirel, N., & Vinokur, A. D. (2010). Work hours and caseload as predictors of physician burnout: The mediating effects by perceived workload and by autonomy. *Applied Psychology*, 59(4), 539-565. doi: 10.1111/j.1464-0597.2009.00411.x
- Simpson, D. E. (1991). Management of sprained ankles referred for physiotherapy. *Physiotherapy*, 77(5), 314-316.
- Sliter, M., Chen, Y., Withrow, S., & Sliter, K. (2013). Older and (emotionally) smarter? Emotional intelligence as a mediator in the relationship between age and emotional labor strategies in service employees. *Experimental Aging Research*, 39(4), 466-479. doi : 10.1080/0361073X.2013.808105
- Smith, D. L. (2011). Firefighter fitness: improving performance and preventing injuries and fatalities. *Current Sports Medicine Reports*, 10(3), 167-172.
- Smith, J. R., Halliday, R., Aquilina, A. L., Morrison, R. J., Yip, G. C., McArthur, J., ... & OTS, C. O. T. S. (2015). Distal femoral fractures: the need to review the standard of care. *Injury*, 46(6), 1084-1088.
- Sobeih, T. M., Davis, K. G., Succop, P. A., Jetter, W. A., & Bhattacharya, A. (2006). Postural balance changes in on-duty firefighters: effect of gear and long work shifts. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 48(1), 68-75.
- Son, S. Y., Bakri, I., Muraki, S., & Tochihara, Y. (2014). Comparison of firefighters and non-firefighters and the test methods used regarding the effects of personal protective equipment on individual mobility. *Applied Ergonomics*, 45(4), 1019-1027. doi: 10.1016/j.apergo.2013.12.006
- Soteriades, E. S., Hauser, R., Kawachi, I., Liarokapis, D., Christiani, D. C., & Kales, S. N.

- (2005). Obesity and cardiovascular disease risk factors in firefighters: a prospective cohort study. *Obesity Research*, *13*(10), 1756-1763. doi: 10.1038/oby.2005.214
- Sothmann, M. S., Saupe, K. W., Jasenof, D., Blaney, J., Fuhrman, S. D., Woulfe, T., ... & Smith, J. J. (1990). Advancing age and the cardiorespiratory stress of fire suppression: determining a minimum standard for aerobic fitness. *Human Performance*, *3*(4), 217-236. doi : 10.1207/s15327043hup0304_1
- Stanley, I. H., Hom, M. A., & Joiner, T. E. (2016). A systematic review of suicidal thoughts and behaviors among police officers, firefighters, EMTs, and paramedics. *Clinical Psychology Review*, *44*, 25-44. doi : 10.1016/j.cpr.2015.12.002
- Stephan, Y., Deroche, T., Brewer, B. W., Caudroit, J., & Le Scanff, C. (2009). Predictors of Perceived Susceptibility to Sport-Related Injury among Competitive Runners: The Role of Previous Experience, Neuroticism, and Passion for Running. *Applied Psychology*, *58*(4), 672-687. doi : 10.1111/j.1464-0597.2008.00373.x.
- Sutin, A. R., Terracciano, A., Deiana, B., Naitza, S., Ferrucci, L., Uda, M., ... & Costa, P. T. (2010). High neuroticism and low conscientiousness are associated with interleukin-6. *Psychological Medicine*, *40*(09), 1485-1493. doi : 10.1017/S0033291709992029.
- Swets, J. A. (1988). Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*, *240*(4857), 1285-1293.
- Swider, B. W., & Zimmerman, R. D. (2010). Born to burnout: A meta-analytic path model of personality, job burnout, and work outcomes. *Journal of Vocational Behavior*, *76*(3), 487-506. doi: 10.1016/j.jvb.2010.01.003
- Szubert, Z., & Sobala, W. (2002). Work-related injuries among firefighters: sites and circumstances of their occurrence. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, *15*(1), 49-55.
- Taylor, N. A., Fullagar, H. H., Sampson, J. A., Notley, S. R., Durley, S. D., Lee, D. S., &

- Groeller, H. (2015). Employment standards for Australian urban firefighters: Part 2: The physiological demands and the criterion tasks. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 57(10), 1072-1082.
- Taylor, N. A., Lewis, M. C., Notley, S. R., & Peoples, G. E. (2012). A fractionation of the physiological burden of the personal protective equipment worn by firefighters. *European Journal of Applied Physiology*, 112(8), 2913-2921. doi:10.1007/s00421-011-2267-7
- Terrier, R., Toschi, P., & Forestier, N. (2012). Prise en charge des entorses externes de cheville: étude clinique préliminaire sur l'efficacité du dispositif Myolux™. *Journal de Traumatologie du Sport*, 29(2), 71-74. doi : 10.1016/j.jts.2012.01.004
- Toullec, E., & Mabit, C. (2015). *Pathomécanique des lésions initiales–entorses récentes*. La cheville instable, Elsevier Masson, Paris, 66-72.
- Tourné, Y., & Mabit, C. (2015). *La cheville instable: De l'entorse récente à l'instabilité chronique*. Elsevier-Masson.
- Trojian, T. H., & McKeag, D. B. (2006). Single leg balance test to identify risk of ankle sprains. *British Journal of Sports Medicine*, 40(7), 610-613. doi:10.1136/bjism.2005.024356
- Tyler, T. F., McHugh, M. P., Mirabella, M. R., Mullaney, M. J., & Nicholas, S. J. (2006). Risk factors for noncontact ankle sprains in high school football players the role of previous ankle sprains and body mass index. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(3), 471-475.
- Udry, E., Gould, D., Bridges, D., & Beck, L. (1997). Down but not out: Athlete responses to season-ending injuries. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 19, 229-248.
- Van der Kolk, B. A., & McFarlane, A. C. (Eds.). (2012). *Traumatic stress: The effects of overwhelming experience on mind, body, and society*. Guilford Press.

- Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sports Medicine*, *14*(2), 82-99.
- Van Rijn, R. M., Van Os, A. G., Bernsen, R. M., Luijsterburg, P. A., Koes, B. W., & Bierma-Zeinstra, S. M. (2008). What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. *The American Journal of Medicine*, *121*(4), 324-331. doi : 10.1016/j.amjmed.2007.11.018
- Vargas De Barros, V., Martins, L. F., Saitz, R., Bastos, R. R., & Ronzani, T. M. (2013). Mental health conditions, individual and job characteristics and sleep disturbances among firefighters. *Journal of Health Psychology*, *18*(3), 350-358. doi:10.1177/1359105312443402
- Varvel, S. J., He, Y., Shannon, J. K., Tager, D., Bledman, R. A., Chaichanasakul, A., ... & Mallinckrodt, B. (2007). Multidimensional, threshold effects of social support in firefighters: Is more support invariably better? *Journal of Counseling Psychology*, *54*(4), 458-465. doi : 10.1037/0022-0167.54.4.458.
- Vicenzino, B., Branjerdporn, M., Teys, P., & Jordan, K. (2006). Initial changes in posterior talar glide and dorsiflexion of the ankle after mobilization with movement in individuals with recurrent ankle sprain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *36*(7), 464-471. doi : 10.2519/jospt.2006.2265
- Visscher, T. L., & Seidell, J. C. (2001). The public health impact of obesity. *Annual Review of Public Health*, *22*(1), 355-375. doi: 10.1146/annurev.publhealth.22.1.355
- Vitaliano, P. P., Russo, J., Carr, J. E., Maiuro, R. D., & Becker, J. (1985). The ways of coping checklist: Revision and psychometric properties. *Multivariate Behavioral Research*, *20*(1), 3-26.
- Vriend, I., Gouttebauge, V., van Mechelen, W., & Verhagen, E. A. L. M. (2016). Neuromuscular training is effective to prevent ankle sprains in a sporting population: a

- meta-analysis translating evidence into optimal prevention strategies. *Journal of ISAKOS: Joint Disorders & Orthopaedic Sports Medicine*, 1(4), 202-213. doi : 10.1136/jisakos-2016-000062
- Wagner, S .L. (2005). The “rescue personality”: Fact of fiction? *The Australasian Journal of Disaster and Trauma Studies*, 2. Retrieved April 4, 2006, from <http://www.massey.ac.nz/~trauma/issues/2005-2/wagner.htm>
- Wagner, B., Horn, A. B., & Maercker, A. (2014). Internet-based versus face-to-face cognitive-behavioral intervention for depression: a randomized controlled non-inferiority trial. *Journal of Affective Disorders*, 152, 113-121. doi: 10.1016/j.jad.2013.06.032
- Wagner, S. L., Martin, C. A., & McFee, J. A. (2009). Investigating the " Rescue Personality". *Traumatology*. 15(3), 5–12. doi: 10.1177/1534765609338499
- Wagner, S. L., McFee, J. A., & Martin, C. A. (2010). Mental health implications of fire service membership. *Traumatology*, 16(2), 26. doi : 10.1177/1534765610362803
- Waterman, B. R., Owens, B. D., Davey, S., Zacchilli, M. A., & Belmont, P. J. (2010). The epidemiology of ankle sprains in the United States. *The Journal of Bone Joint Surgery*, 92(13), 2279-2284. doi : 10.2106/JBJS.I.01537.
- Watson, D., & Clark, L. A. (1999). The PANAS-X: Manual for the positive and negative affect schedule-expanded form.
- Weiss, A., & Costa Jr, P. T. (2005). Domain and facet personality predictors of all-cause mortality among Medicare patients aged 65 to 100. *Psychosomatic Medicine*, 67(5), 724-733.
- Wikstrom, E., Naik, S., Lodha, N., & Cauraugh, J. (2009). Balance capabilities after lateral ankle trauma and intervention: a meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(6), 1287-1296. doi : 10.1249/MSS.0b013e318196cbc6.

- Willems, T. M., Witvrouw, E., Delbaere, K., Mahieu, N., De Bourdeaudhuij, I., & De Clercq, D. (2005a). Intrinsic risk factors for inversion ankle sprains in male subjects a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(3), 415-423. doi: 10.1177/0363546504268137.
- Willems, T. M., Witvrouw, E., Delbaere, K., Philippaerts, R., De Bourdeaudhuij, I., & De Clercq, D. (2005b). Intrinsic risk factors for inversion ankle sprains in females—a prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 15(5), 336-345. doi : 10.1111/j.1600-0838.2004.00428.x
- Willems, T., Witvrouw, E., Verstuyft, J., Vaes, P., & De Clercq, D. (2002). Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 487-493.
- Williams, J. M., & Andersen, M. B. (1998). Psychosocial antecedents of sport injury: Review and critique of the stress and injury model'. *Journal of Applied Sport Psychology*, 10(1), 5-25.
- Williams, C. M., Caserta, A. J., & Haines, T. P. (2013). The TiltMeter app is a novel and accurate measurement tool for the weight bearing lunge test. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(5), 392-395. doi : 10.1016/j.jsams.2013.02.001
- Williams-Bell, F. M., Villar, R., Sharratt, M. T., & Hughson, R. L. (2009). Physiological demands of the firefighter candidate physical ability test. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 653-662. doi : 10.1249/MSS.0b013e31818ad117.
- Wilkerson, G. B., Pinerola, J. J., & Caturano, R. W. (1997). Invertor vs. evertor peak torque and power deficiencies associated with lateral ankle ligament injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 26(2), 78-86. doi : 10.2519/jospt.1997.26.2.78
- Wilson, R. S., de Leon, C. F. M., Bienias, J. L., Evans, D. A., & Bennett, D. A. (2004).

- Personality and mortality in old age. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 59(3), 110-116. doi: 10.1093/geronb/59.3.P110.
- Wright, C. J., Arnold, B. L., Ross, S. E., & Linens, S. W. (2014). Recalibration and validation of the cumberland ankle instability tool cutoff score for individuals with chronic ankle instability. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(10), 1853-1859. doi : 10.1016/j.apmr.2014.04.017
- You, X., Huang, J., Wang, Y., & Bao, X. (2015). Relationships between individual-level factors and burnout: A meta-analysis of Chinese participants. *Personality and Individual Differences*, 74, 139-145. doi: 10.1016/j.paid.2014.09.048
- Youdas, J. W., McLean, T. J., Krause, D. A., & Hollman, J. H. (2009). Changes in active ankle dorsiflexion range of motion after acute inversion ankle sprain. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(3), 358-374.
- Young, K. M., & Cooper, C. L. (1997). Occupational stress in the ambulance service: a diagnostic study. *Health Manpower Management*, 23(4), 140-147. doi : 10.1108/09552069710184418.
- Ziai, P., Benca, E., Wenzel, F., Schuh, R., Krall, C., Auffahrt, A., ... & Buchhorn, T. (2016). Peroneal tendinosis as a predisposing factor for the acute lateral ankle sprain in runners. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24(4), 1175-1179. doi : 10.1007/s00167-015-3562-3

Annexe 1: Big Five Inventory (BFI-Fr)

1 Désapprouve fortement	2 Désapprouve un peu	3 N'approuve ni ne désapprouve	4 Approuve	5 Approuve un peu	6 Approuve fortement
-------------------------------	----------------------------	---	---------------	-------------------------	----------------------------

Je me vois comme quelqu'un qui :

1. ___ Est bavard
2. ___ A tendance à critiquer les autres
3. ___ Travaille consciencieusement
4. ___ Est déprimé, cafardeux
5. ___ Est créatif, plein d'idées originales
6. ___ Est réservé
7. ___ Est serviable et n'est pas égoïste avec les autres
8. ___ Peut être parfois négligeant
9. ___ Est " relax ", détendu, gère bien le stress
10. ___ S'intéresse à de nombreux sujets
11. ___ Est plein d'énergie
12. ___ Commence facilement à se disputer avec les autres
13. ___ Est fiable dans son travail
14. ___ Peut-être angoissé
15. ___ Est ingénieux, une grosse tête
16. ___ Communique beaucoup d'enthousiasme
17. ___ Est indulgent de nature
18. ___ A tendance à être désorganisé
19. ___ Se tourmente beaucoup
20. ___ A une grande imagination
21. ___ A tendance à être silencieux
22. ___ Fait généralement confiance aux autres
23. ___ A tendance à être paresseux
24. ___ Est quelqu'un de tempéré(e), pas facilement troublé(e)
25. ___ Est inventif
26. ___ A une forte personnalité, s'exprime avec assurance
27. ___ Est parfois dédaigneux, méprisant
28. ___ Persévère jusqu'à ce que sa tâche soit finie
29. ___ Peut être lunatique d'humeur changeante
30. ___ Apprécie les activités artistiques et esthétiques
31. ___ Est quelquefois timide, inhibé
32. ___ Est prévenant et gentil avec presque tout le monde
33. ___ Est efficace dans son travail

34. ___ Reste calme dans les situations angoissantes
35. ___ Préfère un travail simple et routinier
36. ___ Est sociable, extraverti
37. ___ Est parfois impoli avec les autres
38. ___ Fait des projets et les poursuit
39. ___ Est facilement anxieux
40. ___ Aime réfléchir et jouer avec des idées
41. ___ Est peu intéressé par tout ce qui est artistique
42. ___ Aime coopérer avec les autres
43. ___ Est facilement distrait
44. ___ A de bonnes connaissances en art, musique ou en littérature
45. ___ Cherche des histoires aux autres

Annexe 2: Shirom Melamed Burnout Measure (SMBM)

1 Pas du tout d'accord	2 Peu d'accord	3 Moyennement d'accord	4 Assez d'accord	5 D'accord	6 Tout à fait d'accord
------------------------------	-------------------	------------------------------	------------------------	---------------	------------------------------

Décrivez vos sentiments et vos sensations lors de la garde

1. ___ Je me sens fatigué(e)
2. ___ Je n'ai aucune énergie pour aller au travail le matin
3. ___ Je me sens physiquement vidé(e)
4. ___ J'en ai par-dessus la tête
5. ___ J'ai l'impression que mes batteries sont à plat
6. ___ Je me sens épuisé(e)
7. ___ Je peine à réfléchir rapidement
8. ___ J'ai du mal à me concentrer
9. ___ J'ai l'impression de ne pas avoir les idées claires
10. ___ J'ai l'impression que je n'arrive pas à concentrer mes pensées
11. ___ J'éprouve de la difficulté à réfléchir à des choses complexes
12. ___ Je me sens incapable de ressentir les besoins de mes collègues
13. ___ Je sens que je ne peux pas m'investir émotionnellement avec les collègues
14. ___ Je me sens incapable d'être proche de mes collègues

Annexe 3: Ways of coping checklist (WCC)

1 Pas du tout d'accord	2 Peu d'accord	3 Moyennement d'accord	4 Assez d'accord	5 D'accord	6 Tout à fait d'accord
------------------------------	-------------------	------------------------------	------------------------	---------------	------------------------------

En fonction d'une situation stressante ou d'un événement éprouvant que vous avez vécu récemment quelles sont vos stratégies afin de diminuer l'impact sur votre santé.

1. ___ J'ai établi un plan d'action et je l'ai suivi
2. ___ J'ai souhaité que la situation disparaisse ou finisse
3. ___ J'ai parlé à quelqu'un de ce que je ressentais
4. ___ Je me suis battu(e) pour ce que je voulais
5. ___ J'ai souhaité pouvoir changer ce qui est arrivé
6. ___ J'ai sollicité l'aide d'un professionnel et j'ai fait ce qu'il m'a conseillé
7. ___ J'ai changé positivement
8. ___ Je me suis senti(e) mal de ne pouvoir éviter le problème
9. ___ J'ai demandé des conseils à une personne digne de respect et je les ai suivis
10. ___ J'ai pris les choses une par une
11. ___ J'ai espéré qu'un miracle se produirait
12. ___ J'ai discuté avec quelqu'un pour en savoir plus au sujet de la situation
13. ___ Je me suis concentré(e) sur un aspect positif qui pourrait apparaître après
14. ___ Je me suis culpabilisé(e) :
15. ___ J'ai contenu (gardé pour moi) mes émotions :
16. ___ Je suis sorti(e) plus fort(e) de la situation :
17. ___ J'ai pensé à des choses irréelles ou fantastiques pour me sentir mieux :
18. ___ J'ai parlé à quelqu'un qui pouvait agir concrètement au sujet de ce problème :
19. ___ J'ai changé des choses pour que tout puisse bien finir :
20. ___ J'ai essayé de tout oublier
21. ___ J'ai essayé de ne pas m'isoler
22. ___ J'ai essayé de ne pas agir de manière précipitée ou de suivre la première idée
23. ___ J'ai souhaité pouvoir changer d'attitude
24. ___ J'ai accepté la sympathie et la compréhension de quelqu'un
25. ___ J'ai trouvé une ou deux solutions au problème :
26. ___ Je me suis critiqué(e) ou sermoné(e)
27. ___ Je savais ce qu'il fallait faire, aussi j'ai redoublé d'efforts et j'ai fait mon possible pour y arriver

**Annexe 4 : French Achievement Goals
Questionnaire for Sport and Exercise (FAGQSE)**

1 Pas du tout d'accord	2 Peu d'accord	3 Moyennement d'accord	4 Assez d'accord	5 D'accord	6 Tout à fait d'accord
------------------------------	-------------------	------------------------------	------------------------	---------------	------------------------------

1. J'essaie d'être meilleur(e) que les autres sapeurs-pompiers qui débutent
2. J'ai peur de ne pas pouvoir progresser en tant que sapeur-pompier
3. Je veux éviter de montrer que je suis moins bon(ne) que les autres sapeurs-pompiers
4. Je veux m'améliorer le plus possible
5. Je veux prouver que je suis plus compétent(e) que les autres sapeurs-pompiers qui débutent
6. J'ai peur de ne pas pouvoir m'améliorer malgré mes efforts
7. Je veux éviter de montrer que je suis moins compétent(e) que les autres sapeurs-pompiers qui débutent
8. Je veux progresser le plus possible
9. Je veux faire mieux que les autres sapeurs-pompiers débutants
10. Je suis inquiet(e) à l'idée de ne pas pouvoir progresser en tant que sapeur-pompier
11. Je veux éviter de montrer que je suis moins performant(e) que les autres sapeurs-pompiers
12. Je veux améliorer mes capacités au maximum

Annexe 5 : Cumberland ankle instability tool (CAIT) traduit en Français

1. Je sens ma cheville gauche instable

1. Jamais ; 2. Parfois pendant le sport ; 3. Fréquemment pendant le sport ; 4. Parfois pendant l'activité quotidienne ; 5. Fréquemment pendant l'activité quotidienne

2. Je sens ma cheville droite instable

1. Jamais ; 2. Parfois pendant le sport ; 3. Fréquemment pendant le sport ; 4. Parfois pendant l'activité quotidienne ; 5. Fréquemment pendant l'activité quotidienne

3. Quand je fais des changements de direction brusques (pivot), je sens que ma cheville droite est instable

1. Jamais ; 2. Parfois lors de l'exécution ; 3. Souvent lors de l'exécution ; 4. Lors de la marche

4. Quand je fais des changements de direction brusques (pivot), je sens que ma cheville droite est instable

1. Jamais ; 2. Parfois lors de l'exécution ; 3. Souvent lors de l'exécution ; 4. Lors de la marche

5. En descendant les escaliers, je sens que ma cheville gauche est instable

1. Jamais ; 2. Parfois lors de l'exécution ; 3. Souvent lors de l'exécution ; 4. Lors de la marche

6. En descendant les escaliers, je sens que ma cheville droite est instable

1. Jamais ; 2. Parfois lors de l'exécution ; 3. Souvent lors de l'exécution ; 4. Lors de la marche

7. Quand je me tiens debout sur une jambe, je sens que ma cheville gauche est instable

1. Jamais ; 2. Parfois lors de l'exécution ; 3. Souvent lors de l'exécution ; 4. Lors de la marche

8. Quand je me tiens debout sur une jambe, je sens que ma cheville droite est instable

1. Jamais ; 2. Parfois lors de l'exécution ; 3. Souvent lors de l'exécution ; 4. Lors de la marche

9. Je sens que ma cheville gauche est instable lorsque

1. Jamais ; 2. Je saute de gauche à droite ; 3. Je saute sur place ; 4. Je saute dans toutes les directions

10. Je sens que ma cheville droite est instable lorsque

1. Jamais ; 2. Je saute de gauche à droite ; 3. Je saute sur place ; 4. Je saute dans toutes

les directions

11. Je sens que ma cheville gauche est instable lorsque
 1. Jamais ; 2. Je cours sur des surfaces irrégulières; 3. Je cours sur des surfaces planes ;
 4. Je marche sur des surfaces irrégulières ; 5. Je marche sur des surfaces planes.

12. Je sens que ma cheville droite est instable lorsque
 1. Jamais ; 2. Je cours sur des surfaces irrégulières; 3. Je cours sur des surfaces planes ;
 4. Je marche sur des surfaces irrégulières ; 5. Je marche sur des surfaces planes.

13. En général, quand je commence à me tordre(ou me "fouler") la cheville gauche, je peux l'arrêter
 1. Jamais ; 2. Parfois ; 3. Souvent ; 4. Immédiatement

14. En général, quand je commence à me tordre(ou me "fouler") la cheville gauche, je peux l'arrêter
 1. Jamais ; 2. Parfois ; 3. Souvent ; 4. Immédiatement

15. Après un incident type torsion ou foulure de ma cheville gauche, ma cheville redevient à la "normale"
 1. Je n'ai jamais tordu (foulé) ma cheville ; 2. Plus de 2 jours ; 3. 1-2 jours ; 4. Moins de un jour ; 5. Presque immédiatement

16. Après un incident type torsion ou foulure de ma cheville droite, ma cheville redevient à la "normale"
 1. Je n'ai jamais tordu (foulé) ma cheville ; 2. Plus de 2 jours ; 3. 1-2 jours ; 4. Moins de un jour ; 5. Presque immédiatement

Annexe 6: Copenhagen Psychosocial Questionnaire (COPSOQ)

1. Prenez-vous du retard dans votre travail?
2. Disposez-vous d'un temps suffisant pour accomplir vos tâches professionnelles ?
3. Travaillez-vous à une cadence élevée tout au long de la journée ?
4. Est-il nécessaire de maintenir un rythme soutenu au travail ?
5. Durant votre travail, devez-vous avoir l'œil sur beaucoup de choses ?
6. Votre travail exige-t-il que vous vous souveniez de beaucoup de choses ?

1 Toujours	2 Souvent	3 Parfois	4 Rarement	5 Presque jamais
---------------	--------------	--------------	---------------	---------------------

7. Au travail, êtes-vous informé(e) suffisamment à l'avance au sujet par exemple de décisions importantes, de changements ou de projets futurs ?
8. Recevez-vous toutes les informations dont vous avez besoin pour bien faire votre travail ?
9. Votre travail est-il reconnu et apprécié par le management ?
10. Êtes-vous traité(e) équitablement au travail ?
11. Les conflits sont-ils résolus de manière équitable ?
12. Le travail est-il réparti équitablement ?
13. Votre travail a-t-il des objectifs clairs ?
14. Savez-vous exactement ce que l'on attend de vous au travail ?
15. Au travail, êtes-vous soumis(e) à des demandes contradictoires ?
16. Devez-vous parfois faire des choses qui auraient dû être faites autrement ?
17. Dans quelle mesure diriez-vous que votre supérieur(e) hiérarchique accorde une grande priorité à la satisfaction au travail ?
18. Dans quelle mesure diriez-vous que votre supérieur(e) hiérarchique est compétent(e) dans la planification du travail ?

1 Dans une très grande mesure	2 Dans une grande mesure	3 Plus ou moins	4 Dans une faible mesure	5 Dans une très faible mesure
----------------------------------	-----------------------------	--------------------	-----------------------------	----------------------------------

19. À quelle fréquence votre supérieur(e) hiérarchique est-il(elle) disposé(e) à vous écouter au sujet de vos problèmes au travail ?
20. À quelle fréquence recevez-vous de l'aide et du soutien de votre supérieur(e) hiérarchique ?

1 Toujours	2 Souvent	3 Parfois	4 Rarement	5 Presque jamais
---------------	--------------	--------------	---------------	---------------------

21. Le management fait-il confiance aux salariés quant à leur capacité à bien faire leur travail ?
22. Pouvez-vous faire confiance aux informations venant du management ?
23. Y a-t-il une bonne coopération entre les collègues au travail ?
24. Dans l'ensemble, les salariés se font-ils confiance entre eux ?

1 Dans une très grande mesure	2 Dans une grande mesure	3 Plus ou moins	4 Dans une faible mesure	5 Dans une très faible mesure
----------------------------------	-----------------------------	--------------------	-----------------------------	----------------------------------

25. À quelle fréquence recevez-vous de l'aide et du soutien de vos collègues ?
26. À quelle fréquence vos collègues se montrent-ils à l'écoute de vos problèmes au travail ?

1 Toujours	2 Souvent	3 Parfois	4 Rarement	5 Presque jamais
---------------	--------------	--------------	---------------	---------------------

27. Avez-vous une grande marge de manœuvre dans votre travail ?
28. Pouvez-vous intervenir sur la quantité de travail qui vous est attribuée ?
29. Votre travail nécessite-t-il que vous preniez des initiatives ?
30. Votre travail vous donne-t-il la possibilité d'apprendre des choses nouvelles ?

1 Dans une très grande mesure	2 Dans une grande mesure	3 Plus ou moins	4 Dans une faible mesure	5 Dans une très faible mesure
----------------------------------	-----------------------------	--------------------	-----------------------------	----------------------------------

31. En général, diriez-vous que votre santé est :

1 excellente	2 Bonne	3 Assez bonne	4 Plutôt mauvaise	5 Mauvaise
-----------------	------------	------------------	----------------------	---------------

32. À quelle fréquence avez-vous été irritable ?
33. À quelle fréquence avez-vous été stressé(e) ?
34. À quelle fréquence vous êtes-vous senti(e) à bout de force ?
35. À quelle fréquence avez-vous été émotionnellement épuisé(e) ?

1 Tout le temps	2 Très souvent	3 Parfois	4 Très peu souvent	5 Jamais
--------------------	-------------------	--------------	-----------------------	-------------

1 Toujours	2 Souvent	3 Parfois	4 Rarement	5 Presque jamais
---------------	--------------	--------------	---------------	---------------------

1 Oui, certainement	2 Oui, jusqu'à un certain point	3 Oui, mais juste un peu	4 Non pas du tout
------------------------	------------------------------------	-----------------------------	----------------------

1 Dans une très grande mesure	2 Dans une grande mesure	3 Plus ou moins	4 Dans une faible mesure	5 Dans une très faible mesure
----------------------------------	-----------------------------	--------------------	-----------------------------	----------------------------------

1 Très satisfait	2 Satisfait	3 Insatisfait	4 Très insatisfait
---------------------	----------------	------------------	-----------------------

Résumé. Les tâches quotidiennes exercées par les sapeurs-pompiers (SP) peuvent induire d'importantes contraintes musculo-squelettiques, des risques cardiovasculaires, du burnout et des blessures. L'objectif de ce travail doctoral est de caractériser la blessure des SP français et d'analyser l'influence de la pratique d'activité physique (AP), du burnout, des stratégies de coping, des traits de personnalité, et des buts d'accomplissement dans l'occurrence des blessures. Nous défendons la thèse selon laquelle la blessure des SP français serait expliquée à la fois par des facteurs psychologiques et physiologiques. Au travers de quatre études expérimentales, les principaux résultats obtenus indiquent que l'entorse de la cheville est la blessure majeure dans cette population. Même si les missions des SP sont dangereuses et variées, les blessures surviennent paradoxalement au cours des heures de pratique de l'AP pendant les jours de garde. De plus, le nombre d'heures d'AP total pratiqué par semaine est associé aux blessures. Nous observons également que les performances réalisées au *Y-balance test*, au « *weight bearing lunge test* » sont prédictives de l'entorse de la cheville. Même si nos investigations permettent de mettre en évidence que la blessure est à la fois causée par des facteurs psychologiques (e.g., burnout) et physiologiques, la pratique de l'AP, obligatoire et nécessaire chez les SP, demeure paradoxalement le plus grand pourvoyeur d'accident de travail.

Mots-clés : sapeurs-pompiers, blessure, activité physique, burnout, asymétrie

Abstract. Daily tasks of firefighters may induce significant musculoskeletal constraints, cardiovascular risks, burnout and injuries. The aim of this doctoral work was to characterize the specific injuries of French firefighters, and to analyze influence of physical activity (PA), burnout, coping strategies, personality traits, and achievement goal in this injury occurrence. We hypothesize that injuries of French firefighters would be explained by both psychological and physiological factors. Through four experimental studies, the main results indicate that ankle sprain is the major injury in this population. Although SP missions are dangerous and varied, paradoxically injuries occur during the hours of PA practice in day guard. In addition, the total number of hours AP practiced per week is associated with injury. We also observed that the performances achieved in the Y-balance test, the "weight bearing lunge test" are predictive of ankle sprains. Although our investigations have highlighted that the injury was caused by psychological (e.g., burnout) and physiological factors, practicing sessions of AP is compulsory and required in this job, and paradoxically remains the largest provider of occupational incident.

Key words: firefighters, injury, physical activity, burnout, asymetry