

# Santé des sapeurs-pompiers : d'un exposome à une santé

## AUTEURS :

**A. Descatha**, Univ Angers, CHU Angers, Univ Rennes, Inserm, EHESP, Irset (Institut de recherche en santé, environnement et travail) - UMR\_S 1085, IRSET-ESTER, SFR ICAT, CAPTV/ Prévention, Angers, France; Department of Occupational Medicine, Epidemiology and Prevention, Donald and Barbara Zucker School of Medicine, Hofstra/Northwell, USA; Departments of Epidemiology & Biostatistics and Environmental & Occupational Health, Indiana University School of Public Health, Bloomington, Indiana, USA.

**H. Dousseau**, Univ Angers, CHU Angers, Univ Rennes, Inserm, EHESP, Irset (Institut de recherche en santé, environnement et travail) - UMR\_S 1085, IRSET-ESTER, SFR ICAT, CAPTV/ Prévention, Angers, France.

**J.M. Steve, S. Beaume**, École nationale supérieure des officiers sapeurs-pompiers, Aix-en-Provence, France.

**F. Magnolini, G. Burlaton, D. Pourret**, Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises, Paris, France.

## EN RÉSUMÉ

Les sapeurs-pompiers sont exposés à de nombreux facteurs qui peuvent avoir des effets négatifs sur leur santé. Cet article porte sur les résultats d'une revue de la littérature qui vise à décrire les populations de pompiers, leurs expositions professionnelles (hydrocarbures aromatiques polycycliques, feux de forêt, stress organisationnel, traumatique ou psychologique...), leur état de santé (cancers, santé mentale, santé cardiovasculaire, troubles musculosquelettiques...) et les moyens de prévention et de dépistage qui peuvent être mis en œuvre.

## MOTS CLÉS

Pompier / Hydrocarbure aromatique polycyclique - HAP / Stress / Risque psychosocial / RPS / Psychopathologie / Affection cardiaque / Cancer / Trouble musculo-squelettique / TMS / Santé mentale

1. Le terme « sapeurs-pompiers » fait référence aux pompiers français professionnels ou volontaires. « Pompiers » fait référence à un ensemble indifférencié de la littérature internationale, sans référence au pays d'origine, donc sans élément de comparaison possible au niveau des activités, des organisations, des équipements de protection...

**D**e nombreux événements ont démontré le rôle crucial que jouent les secours et les professionnels de la santé, correctement formés, dans la réponse aux crises sanitaires et environnementales [1 à 3]. Parmi eux, les sapeurs-pompiers<sup>1</sup> représentent une population de travailleurs qui doit intervenir dans de nombreuses situations exceptionnelles (encadré 1 page suivante) [4 à 6]. La nature même de cette profession implique des tâches qui ont un impact négatif sur leur santé et leur bien-être [7]. Compte tenu de la multitude d'expositions spécifiques, aiguës et chroniques, liées à l'environnement, au travail et au mode de vie tout au long de leur activité, le terme d'« *exposome professionnel* » semble particulièrement approprié. Ce concept est basé sur la définition de l'« *exposome* » qui a vu le jour à la suite du succès de la cartographie du génome humain. L'exposome intègre la multiplicité, la temporalité et la variabilité des expositions ainsi que leur interaction les unes avec les autres [8, 9].

Par exemple, les pompiers sont exposés à des substances chimiques lors des incendies, ainsi qu'à des températures élevées, au bruit et à d'autres facteurs biomécaniques, en plus du travail posté et, pour certains, de longues heures de travail [10, 11]. D'ailleurs en 2021, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation internationale du travail (OIT) ont évalué les principaux risques professionnels responsables de la plus grande mortalité ou morbidité (tableau I page suivante) [12] : ils sont présents chez les pompiers. Malgré cela, la mortalité globale des pompiers apparaît comparable à celle des autres professions, voire plus faible [13 à 16]. Ce constat doit toutefois être nuancé par l'importance de l'effet travailleur sain. Ce biais de sélection tend à sous-estimer le risque chez des populations professionnellement actives et physiquement sélectionnées comme c'est le cas des pompiers. En approfondissant l'analyse, il apparaît néanmoins que l'âge moyen au moment du décès est

Santé des sapeurs-pompiers: d'un exposome à une santé

significativement plus faible chez les pompiers que dans la population générale, en particulier chez les hommes occupant des fonctions opérationnelles [17]. De plus certains

cancers présentent une surmortalité notable, notamment ceux de la thyroïde, du rein, de la vessie et du cerveau, avec par ailleurs une tendance à une mortalité plus élevée

chez les pompiers professionnels à temps plein par rapport à leurs homologues volontaires, comme l'a récemment confirmé l'étude dannoise de Pedersen et al. [16].

↓ Encadré 1

➤ VUE GÉNÉRALE DE L'ORGANISATION DES SAPEURS-POMPIERS FRANÇAIS

Les sapeurs-pompiers français constituent la force principale de secours en France. Ils interviennent aussi bien pour la lutte contre l'incendie que pour le secours et le soin d'urgence aux personnes, la protection des populations et la gestion des risques majeurs. Leur organisation relève de la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises, au sein du ministère de l'Intérieur, qui définit les grandes orientations et contrôle l'ensemble du dispositif. Le dispositif repose principalement sur les services d'incendie et de secours (SIS), un par département, un pour Paris et un pour Marseille. La France compte trois catégories de sapeurs-pompiers : les volontaires, les professionnels et les militaires. Les volontaires représentent la grande majorité des effectifs nationaux ; leur engagement est libre, non salarié mais indemnisé, et ils assurent une part essentielle de la couverture opérationnelle, notamment dans les zones rurales et périurbaines. Les sapeurs-pompiers professionnels sont des fonctionnaires territoriaux ; ils constituent la présence permanente dans les centres et garantissent la continuité du service. Les militaires appartiennent principalement à la Brigade de sapeurs-pompiers de Paris et au Bataillon de marins-pompiers de Marseille, qui assurent des

missions comparables aux SIS dans leur périmètre de responsabilité territorial ainsi que les régiments d'instruction et d'intervention de la sécurité civile, ou encore les pompiers de l'armée de l'air et de l'espace, les pompiers des forces terrestres et les marins-pompiers des ports, intervenant sur des secteurs ou missions spécifiques.

Les effectifs nationaux s'élèvent à 254 800 personnels toutes catégories confondues, dont près de 198 000 volontaires, environ 43 000 professionnels et environ 13 000 militaires. Ce modèle repose donc largement sur le volontariat, qui constitue près de quatre cinquièmes de l'ensemble des sapeurs-pompiers français. L'organisation territoriale est structurée en plusieurs niveaux complémentaires. Au niveau national, l'État pilote la doctrine et la coordination. Chaque département ou collectivité territoriale dispose d'un SIS placé sous l'autorité opérationnelle du préfet et l'autorité de gestion d'un conseil d'administration composé d'élus locaux. Il est chargé d'organiser les moyens, la formation, la prévention et la gestion des interventions. Au niveau local, un maillage dense de centres d'incendie et de secours permet d'assurer une réponse rapide et adaptée sur l'ensemble du territoire, en fonction des besoins et des risques propres à chaque secteur.

↓ Tableau I

➤ SIX PRINCIPAUX FACTEURS DE RISQUE PROFESSIONNELS PROVOQUANT LE PLUS GRAND NOMBRE DE DÉCÈS ET D'ANNÉES DE VIE PERDUES AJUSTÉS SUR L'INCAPACITÉ [12]

Facteurs de risque professionnels causant le plus grand nombre de décès (premiers = les plus importants)	Facteurs de risque professionnels causant le plus grand nombre d'années de vie perdues ajustés sur l'incapacité (premiers = les plus importants)
1. Exposition à de longues heures de travail	1. Accidents du travail
2. Particules, gaz et fumées professionnels	2. Exposition à de longues heures de travail
3. Accidents du travail	3. Facteurs ergonomiques sur le lieu de travail
4. Exposition professionnelle à l'amiante	4. Particules, gaz et fumées sur le lieu de travail
5. Exposition professionnelle à la silice	5. Bruit sur le lieu de travail
6. Asthmogènes professionnels	6. Exposition à l'amiante sur le lieu de travail

Cette combinaison d'expositions multiples, de signaux épidémiologiques ciblés et de biais inhérents à la sélection professionnelle constitue ainsi un enjeu majeur pour comprendre les risques spécifiques pesant sur la santé des pompiers. La nature de leur travail les expose également à de nombreux facteurs de risque psychosociaux, notamment ceux liés à l'organisation du travail, à la culture et aux contraintes propres à leur profession dans le contexte de leur pays d'origine comme c'est le cas par exemple du secours à personne qui n'est pas pratiqué partout [18]. En outre, le niveau d'exposition peut varier en fonction des tâches effectuées, de l'organisation du travail, des équipements de protection, de l'ancienneté/du grade (ou de l'absence de ceux-ci), de la durée de l'emploi et même des facteurs individuels liés au mode de vie. Ainsi, les conséquences sur la santé qui en résultent sont directement liées à cet exposome et nécessitent la transmission de ces connaissances aux personnes concernées et à celles chargées de la prévention des risques professionnels. Malgré l'existence de nombreuses études précieuses et de revues systématiques de grande valeur permettant d'obtenir un niveau élevé de preuves, l'incohérence des données rend cette revue nécessaire.

Comme il n'existe pas de panorama de ces revues, un travail a été fait en 2024 dans le cadre d'une thèse de médecine du travail pour mener une revue globale des revues systématiques, de portées ou autres revues systématisées [19]. Les expositions professionnelles des pompiers associées à des effets négatifs sur la santé ont été identifiées et la nature multiforme des risques professionnels auxquels ils

sont confrontés a été mise en évidence. Les points importants de ce travail sont repris ici ainsi que les études qui l'ont constitué, suivis d'une mise à jour récente de cette recherche bibliographique (1<sup>er</sup> décembre 2024 au 1<sup>er</sup> décembre 2025).

## MÉTHODE DE LA REVUE DE REVUES

Cette revue a été réalisée conformément à la déclaration PRISMA (*preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses* – norme de réalisation et d'écriture des revues systématiques de la littérature et méta-analyses) [20]. Quatre étapes ont été suivies dans cette revue parapluie : A. étape d'inclusion (base de données/syntaxe, titre et résumé, article complet), B. étape d'extraction, C. étape d'évaluation de la qualité et D. étape de synthèse [21].

Pour l'étape d'inclusion A, une recherche dans trois bases de données en ligne a été effectuée afin d'identifier les revues systématiques publiées dans des revues à comité de lecture : PubMed, *Web of Science* et Scopus (Santé). D'autres revues systématiques pertinentes ont également été recherchées dans les bases de données du *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH – institut national de sécurité et de santé au travail, États-Unis), de l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (EU-OSHA - *European Union information agency for occupational safety and health*) et dans les 40 premières références de *Google Scholar*. La stratégie de recherche et les critères d'inclusion ont été définis selon l'approche PI/ECO (population, intervention/exposition, comparaison,

résultat). La recherche a été menée sans limite de date jusqu'en décembre 2024. Plus précisément, la recherche s'est appuyée sur des études humaines portant sur les pompiers (population, tous types d'incendies/pompiers). La stratégie de recherche consistait à utiliser la troncature du terme anglais « *lutte contre les incendies* » (*firefight, fire fight, firefighters*) et à chercher à identifier les mots-clés sélectionnés dans les titres des articles, les résumés et les champs mots-clés/sous-titres médicaux (pour PubMed). Le terme « *review* » (revue) a été considéré comme un mot-clé plutôt que comme un filtre afin d'améliorer la sensibilité de la recherche et inclure les revues systématiques (par exemple, les revues systématiques, de portées, et autres revues systématisées). Les détails de l'exposition pertinente pour la santé ou les résultats sanitaires dans cette population (exposition/résultat) ont été vérifiés manuellement, ainsi que la mesure de l'effet (si elle existait, méta-risque ou méta-prévalence). Les résultats de la recherche ont été importés dans l'outil de revue systématique en ligne Covidence<sup>2</sup>. Les doublons ont été supprimés. Lors de l'examen des titres et des résumés, tous les enregistrements ont été évalués indépendamment par deux coauteurs. Les désaccords concernant les articles à inclure ont été résolus par consensus entre eux.

Pour l'étape d'extraction B, le nom du premier auteur, sa nationalité, l'année de publication, les critères PI/ECO, le pays de l'étude, les types d'exposition et les effets sur la santé, ainsi que l'intervention/prévention ont été extraits.

Pour l'étape C relative à la qualité, le risque de biais a été évalué à l'aide de l'outil Amstar-2 [22] et n'a

2. [www.covidence.org](http://www.covidence.org)

## Santé des sapeurs-pompiers: d'un exposome à une santé

3. International prospective register of systematic reviews (registre international prospectif des revues systématiques): base de données en ligne des protocoles de revues systématiques.

pas été repris ici mais est accessible sur le travail en anglais [19]. Comme pour l'étape d'inclusion, tous les dossiers ont été évalués indépendamment par deux coauteurs. Les désaccords ont également été résolus par consensus entre eux.

L'étape D de synthèse comprend la création d'un tableau résumant les études incluses ([tableau II page suivante](#)) et un résumé court en français ([annexe page 113](#)).

Le protocole de la revue a été enregistré dans PROSPERO sous le numéro CRD42024557030<sup>3</sup>.

## RÉSULTATS DE LA REVUE DE REVUES

Il existe un grand nombre de revues systématiques publiées sur cette population particulière (1 130), y compris les expositions des pompiers et leurs effets sur la santé, dont 47 ont été extraites [23 à 69]. Il convient de noter en particulier une étude sous forme de monographie publiée par le Centre international de recherche sur le cancer (Circ) de l'OMS en 2023 [43] qui comprend une méta-analyse publiée dans une étude distincte [35]. La première revue systématique incluse a été publiée il y a 20 ans, et la moitié des revues systématiques incluses ont été publiées au cours des quatre dernières années. L'Amérique du Nord et l'Australie sont les premières régions à publier ce type d'étude, ce qui correspond aux pays où les études originales ont été publiées. Les 47 revues systématiques extraites couvrent 1 214 études sur les pompiers (répartition du nombre d'études incluses dans les revues : médiane 25,5, minimum 2, maximum 66). Le nombre de pompiers

inclus dans chaque étude individuelle varie en fonction de son objectif (de 14 dans une étude d'intervention à 45 698 dans une grande étude de cohorte).

Les thèmes abordés sont variés, allant des aspects généraux aux expositions spécifiques, telles que des agents chimiques particuliers, comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les feux de forêt et l'air intérieur dans les casernes de pompiers, ou d'autres types d'agents (stress organisationnel, traumatique ou psychologique). Sont également étudiées la prévention ou la surveillance des effets spécifiques sur la santé (cancer, santé mentale, troubles musculosquelettiques (TMS), santé cardiovasculaire et respiratoire...). Le [tableau II](#) répertorie les principales études et leur classification (leurs résumés sont fournis en [annexe p. 113](#)). L'évaluation du risque de biais selon la grille de sélection montre que l'hétérogénéité des études est importante [19], bien qu'il existe plusieurs études de très haute qualité [28, 35, 56].

Cette revue de revues met en évidence des sujets qui ne font plus l'objet de débats, tels que le risque de cancer chez les pompiers, mais révèle aussi d'autres effets, tels que les TMS et les troubles de la santé mentale. Plus précisément, des synthèses récentes de haute qualité accompagnées de méta-analyses ont montré une augmentation constante du risque de certains cancers, tels que le mésothéliome et le cancer de la vessie. Ces résultats présentaient une faible hétérogénéité et étaient largement robustes dans les analyses de sensibilité. Ces revues étaient pertinentes au regard des expositions des pompiers [35, 43]. Par ailleurs, des résultats solides basés

sur des méta-analyses provenant de différentes parties du monde montraient une prévalence élevée et constante des TMS de certaines parties du corps (dos, épaule...) [47, 57, 63]. La santé mentale est aussi concernée, avec une forte proportion de troubles de stress post-traumatique mais également de troubles liés au stress professionnel quotidien [29, 64, 69]. Néanmoins, il reste de nombreux domaines dans lesquels des revues systématiques doivent être développées, tels que :

- des études spécifiques sur les interventions et la prévention;
- des études dans différents contextes, compte tenu des différences qui peuvent exister entre les pays;
- les différences entre les sous-populations (type de pompier, activités, sexe...);
- l'importance des questions liées aux feux de forêt (deux revues portaient toutefois déjà sur ce sujet);
- l'impact des méthodes de formation;
- la question des effets de sélection;
- la prise en compte globale des expositions ou des expositions spécifiques (par exemple, les substances per- et polyfluoroalkylées - PFAS);
- les effets additifs, multiplicatifs ou d'interaction des agents agissant en synergie les uns avec les autres n'ont pas été suffisamment évalués;
- les effets sur la santé, y compris les effets difficiles à mesurer à court terme et sur de petits échantillons de population, tels que les effets endocriniens et reproductifs ou d'autres sous-types de cancers spécifiques au sexe ou rares.

**Tableau II**

**> REVUES SYSTÉMATIQUES INCLUSES.**

PRISMA: *preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses* – norme de réalisation et d'écriture des revues systématiques de la littérature et méta-analyses

SSPT: syndrome de stress post-traumatique

EPI: équipements de protection individuelle

HAP: hydrocarbures aromatiques polycycliques

Iarc/Circ: *International agency for research on cancer*/Centre international de recherche sur le cancer

Premier auteur, année de publication	Titre en français	Titre original	Pays d'affiliation du premier auteur	Nombre d'études sur les pompiers incluses	Méta-analyse (oui/non)
Adetona 2016 [23]	Examen des effets sur la santé de la fumée des feux de forêt sur les pompiers forestiers et le public.	<i>Review of the health effects of wildland fire smoke on wildland firefighters and the public.</i>	États-Unis	37	Non
Alves 2023 [24]	Exploration des essais cliniques visant à améliorer la qualité du sommeil des pompiers: revue systématique conforme aux normes PRISMA.	<i>Exploring Clinical Trials to Manage Firefighters' Sleep Quality: A PRISMA Compliant Systematic Review.</i>	Portugal	7	Non
Andrews 2019 [25]	Les effets des interventions par l'exercice physique sur la santé et la condition physique des pompiers: méta-analyse.	<i>The effects of exercise interventions on health and fitness of firefighters: A meta-analysis.</i>	Irlande	9 (7 dans la méta-analyse)	Oui
Barbosa 2022 [26]	Effet de l'exposition à la fumée d'incendie sur la fonction pulmonaire des pompiers: méta-analyse.	<i>The Effect of Fire Smoke Exposure on Firefighters' Lung Function: A Meta-Analysis.</i>	Portugal	24	Oui
Barros 2023 [27]	Biosurveillance des pompiers: revue des biomarqueurs d'exposition aux polluants nocifs pour la santé émis par les incendies.	<i>Biomonitoring of firefighting forces: a review on biomarkers of exposure to health-relevant pollutants released from fires.</i>	Portugal	52	Non
Beckett 2023 [28]	Prévalence du syndrome métabolique et de ses composantes chez les pompiers: revue systématique et méta-analyse.	<i>The Prevalence of Metabolic Syndrome and Its Components in Firefighters: A Systematic Review and Meta-Analysis.</i>	Angleterre	25	Oui
Berger 2012 [29]	Les sauveteurs en danger: revue systématique et méta-analyse de la prévalence actuelle mondiale et des corrélats du SSPT chez les sauveteurs.	<i>Rescuers at risk: a systematic review and meta-regression analysis of the worldwide current prevalence and correlates of PTSD in rescue workers.</i>	Brésil	28	Oui
Bralewska 2024 [30]	Pollution atmosphérique à l'intérieur des casernes de pompiers: état des lieux et défis futurs.	<i>Air pollution inside fire stations: State-of-the-art and future challenges.</i>	Pologne	32	Non
Carr-Pries 2022 [31]	Examen préliminaire de la fréquence et des caractéristiques des blessures subies par les pompiers lors d'exercices et d'entraînements.	<i>Scoping review of the occurrence and characteristics of firefighter exercise and training injuries.</i>	Canada	23	Non
Casjens 2020 [32]	Risques de cancer chez les pompiers: revue systématique et méta-analyse des tendances séculaires et des différences spécifiques à chaque région.	<i>Cancer risks of firefighters: a systematic review and meta-analysis of secular trends and region-specific differences.</i>	Allemagne	25	Oui
Chakr 2024 [33]	Le rôle des EPI dans la réduction de l'exposition des pompiers aux risques chimiques: revue systématique.	<i>The role of personal protective equipment (PPE) in reducing firefighter exposure to chemical hazards: A systematic review.</i>	Australie	21	Non

## Santé des sapeurs-pompiers: d'un exposome à une santé

Premier auteur, année de publication	Titre en français	Titre original	Pays d'affiliation du premier auteur	Nombre d'études sur les pompiers incluses	Méta-analyse (oui/non)
Cuenca-Lozano 2023 [34]	Risques professionnels dans la lutte contre les incendies : revue systématique.	<i>Occupational Hazards in Firefighting: Systematic Literature Review.</i>	Équateur	15	Non
DeBono 2023 [35]	Lutte contre les incendies et cancer : méta-analyse d'études de cohorte dans le contexte de l'identification des risques de cancer.	<i>Firefighting and Cancer: A Meta-analysis of Cohort Studies in the Context of Cancer Hazard Identification.</i>	Canada	35	Oui
Di Nota 2021 [36]	Adaptation du personnel de sécurité publique : revue systématique et méta-analyse.	<i>Coping among public safety personnel: A systematic review and meta-analysis.</i>	Canada	10	Oui
Dos Santos 2025 [76]	La demande métabolique de la lutte contre les incendies : une revue systématique.	<i>The Metabolic Demand of Firefighting: A Systematic Review.</i>	États-Unis	20	Non
Engelsman 2020 [37]	Biosurveillance chez les pompiers pour les composés organiques volatils, les composés organiques semi-volatils, les polluants organiques persistants et les métaux : revue systématique.	<i>Biomonitoring in firefighters for volatile organic compounds, semivolatile organic compounds, persistent organic pollutants, and metals: A systematic review.</i>	Australie	34	Non
Frost 2021 [38]	Les effets du sommeil sur les performances professionnelles et la santé des pompiers : revue systématique et appel à l'action.	<i>The effects of sleep on firefighter occupational performance and health: A systematic review and call for action.</i>	États-Unis	15	Non
Gelaw 2025 [79]	Risques pour la santé non respiratoires et mortalité associés à la lutte contre les feux de forêt : revue systématique.	<i>Non-respiratory health risks and mortality associated with fighting bushfires (wildfires): a systematic review.</i>	Australie	27	Non
Golka 2008 [39]	Pompiers, produits de combustion et cancer urothélial.	<i>Fire fighters, combustion products, and urothelial cancer.</i>	Allemagne	20	Non
Groot 2019 [40]	Effets sur la santé de l'exposition professionnelle aux feux de forêt : revue systématique.	<i>A systematic review of the health impacts of occupational exposure to wildland fires.</i>	Canada	32	Non
Guedes Pinto 2025 [81]	Les pompiers constituent-ils une population à haut risque de génotoxicité (dommages à l'ADN) ? Revue systématique.	<i>Do firefighters constitute a high-risk population for genotoxicity (DNA damage)? A systematic review.</i>	Brazil	27	Non
Hwang 2021 [41]	Risques pour la santé des pompiers exposés aux HAP : revue systématique et méta-analyse.	<i>Health Risks of Structural Firefighters from Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH): A Systematic Review and Meta-Analysis.</i>	États-Unis	20	Oui
Hwang 2022 [42]	Métabolites urinaires des HAP chez les pompiers : revue systématique et méta-analyse.	<i>Urinary Metabolites of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Firefighters: A Systematic Review and Meta-Analysis.</i>	États-Unis	27	Oui
Iarc/ Circ 2022 [43]	Exposition professionnelle en tant que sapeur-pompier.	<i>Occupational Exposure as a Firefighter.</i>	Canada		Non
Igboanugo 2021 [44]	Conséquences sanitaires du stress psychosocial chez les pompiers : revue systématique de l'état de la recherche.	<i>Health outcomes of psychosocial stress within firefighters: A systematic review of the research landscape.</i>	Canada	29	Non
Jahnke 2024 [45]	Méta-analyse de l'incidence et de la mortalité liée au cancer chez les pompiers : le point sur les dernières avancées scientifiques.	<i>Meta-Analysis of Incidence and Mortality of Firefighter Cancer: An Update on Emerging Science.</i>	États-Unis	24	Oui

Premier auteur, année de publication	Titre en français	Titre original	Pays d'affiliation du premier auteur	Nombre d'études sur les pompiers incluses	Méta-analyse (oui/non)
Kang 2025 [83]	Facteurs associés au cancer du poumon chez les pompiers : revue systématique.	<i>Factors associated with lung cancer among firefighters: a systematic literature review.</i>	États-Unis	8	Non
Khoshakhlagh 2023 [46]	Prévalence mondiale et facteurs associés aux troubles du sommeil et à la mauvaise qualité du sommeil chez les pompiers : revue systématique et méta-analyse.	<i>Global prevalence and associated factors of sleep disorders and poor sleep quality among firefighters: A systematic review and meta-analysis.</i>	Iran	47	Oui
Khoshakhlagh 2024 [47]	Prévalence mondiale des troubles musculosquelettiques chez les pompiers : revue systématique et méta-analyse.	<i>The global prevalence of musculoskeletal disorders among firefighters: a systematic review and meta-analysis.</i>	Iran	31	Oui
Kim 2022 [48]	Risques pour la santé non liés au cancer chez les pompiers : revue systématique.	<i>Non-cancer health risks in firefighters: a systematic review.</i>	République de Corée	66	Oui
Kyron 2021 [49]	Facteurs de risque et de protection potentiels pour la psychopathologie et le bien-être chez le personnel civil des services d'urgence : revue systématique.	<i>Prospective risk and protective factors for psychopathology and wellbeing in civilian emergency services personnel: a systematic review.</i>	Australie	66	Non
Lee 2023 [50]	Risque de cancer et mortalité chez les pompiers : revue méta-analytique.	<i>Cancer risk and mortality among firefighters: a meta-analytic review.</i>	États-Unis	38	Oui
LeMasters 2006 [51]	Risque de cancer chez les pompiers : revue et méta-analyse de 32 études.	<i>Cancer risk among firefighters: a review and meta-analysis of 32 studies.</i>	États-Unis	32	Oui
Li 2022 [52]	Efficacité des vêtements rafraîchissants sur la récupération après un effort physique intense chez les pompiers : revue systématique et méta-analyse.	<i>Efficacy of cooling garments on exertional heat strain recovery in firefighters: a systematic review and meta-analysis.</i>	Chine	12	Non
Lyra 2021 [53]	Exposition professionnelle au suicide : revue des recherches sur les expériences des professionnels de la santé mentale et des premiers intervenants.	<i>Occupational exposure to suicide: A review of research on the experiences of mental health professionals and first responders.</i>	Nouvelle-Zélande	3	Non
MacMillan 2021 [54]	Revue systématique des études d'intervention de promotion de la santé menées dans le cadre d'essais contrôlés randomisés au sein des services d'incendie : caractéristiques des études, conception des interventions et impacts sur la santé.	<i>Systematic review of randomised control trial health promotion intervention studies in the fire services: Study characteristics, intervention design and impacts on health.</i>	Australie	10	Non
Mayer 2025 [77]	Biomarqueurs fonctionnels associés au risque de lombalgie chez les pompiers : revue systématique.	<i>Functional Biomarkers Associated with Risk of Low Back Pain in Firefighters: A Systematic Review.</i>	États-Unis	18	Non
McEntire 2013 [55]	Atténuation et prévention du stress thermique lié à l'effort chez les pompiers : examen des stratégies de refroidissement pour les pompiers intervenant dans les incendies de bâtiments et les intervenants en cas d'accidents impliquant des matières dangereuses.	<i>Mitigation and prevention of exertional heat stress in firefighters: a review of cooling strategies for structural firefighting and hazardous materials responders.</i>	États-Unis	27	Non
Murphy 2022 [56]	Épidémiologie des blessures musculosquelettiques chez les recrues des forces de l'ordre et des pompiers pendant l'entraînement physique : revue systématique.	<i>Musculoskeletal injury epidemiology in law enforcement and firefighter recruits during physical training: a systematic review.</i>	Australie	8	Non

## Santé des sapeurs-pompiers : d'un exposome à une santé

Premier auteur, année de publication	Titre en français	Titre original	Pays d'affiliation du premier auteur	Nombre d'études sur les pompiers incluses	Méta-analyse (oui/non)
Nazari 2020 [57]	Prévalence des troubles musculosquelettiques chez les pompiers canadiens : revue systématique et méta-analyse.	<i>Prevalence of musculoskeletal disorders among Canadian firefighters: A systematic review and meta-analysis.</i>	Canada	5	Oui
Nazari 2021 [58]	Quantification des réponses physiologiques lors de tâches simulées chez les pompiers canadiens : revue systématique et méta-analyse.	<i>Quantifying physiological responses during simulated tasks among Canadian firefighters: A systematic review and meta-analysis.</i>	Canada	10	Oui
Nazli 2025 [80]	Les effets de l'exposition à la fumée des feux de forêt sur le stress oxydatif et les biomarqueurs inflammatoires : une revue systématique.	<i>The effects of bushfire smoke exposure on oxidative stress and inflammatory biomarkers: a systematic review.</i>	Australie	14	Non
Serrano-Ibáñez 2023 [59]	Variables psychologiques associées au syndrome de stress post-traumatique chez les pompiers : revue systématique.	<i>Psychological Variables Associated With Post-Traumatic Stress Disorder in Firefighters: A Systematic Review.</i>	Espagne	19	Non
Slattery 2018 [60]	Taux de variation à long terme de la fonction pulmonaire chez les pompiers professionnels urbains : revue systématique.	<i>The long-term rate of change in lung function in urban professional firefighters: a systematic review.</i>	Australie	22	Aucun
Sousa 2022 [61]	Exposition aux HAP lors des activités de lutte contre les incendies : examen des niveaux cutanés, de la biodisponibilité <i>in vitro/in vivo</i> et des risques pour la santé.	<i>Exposure to PAHs during Firefighting Activities: A Review on Skin Levels, In Vitro/In Vivo Bioavailability, and Health Risks.</i>	Portugal	13	Non
Sritharan 2017 [62]	Cancer de la prostate chez les pompiers et les policiers : revue systématique et méta-analyse.	<i>Prostate cancer in firefighting and police work: a systematic review and meta-analysis of epidemiologic studies.</i>	Canada	31	Oui
Tahernejad 2024 [63]	Troubles musculosquelettiques chez les pompiers : revue systématique et méta-analyse.	<i>A systematic review and meta-analysis of musculoskeletal disorders among firefighters.</i>	Iran	26	Oui
Teegardin 2025 [82]	Stratégies d'identification et de prévention des blessures musculosquelettiques chez les pompiers : revue rapide.	<i>Identification and prevention strategies for musculoskeletal injuries among firefighters: A rapid review.</i>	États-Unis	56	Non
Tinsley Kubala 2025 [78]	Facteurs biopsychosociaux et physiques associés aux troubles musculosquelettiques chez les pompiers : revue systématique.	<i>Biopsychosocial and physical factors associated with firefighter musculoskeletal disorders: a systematic review.</i>	États-Unis	20	Non
Wagner 2021a [64]	Symptômes de santé mentale chez les pompiers exposés à des incidents critiques liés à leur travail quotidien : revue systématique.	<i>Systematic Review of Mental Health Symptoms in Firefighters Exposed to Routine Duty-Related Critical Incidents.</i>	Canada	40	Non
Wagner 2021b [65]	Troubles mentaux chez les pompiers à la suite d'une catastrophe à grande échelle.	<i>Mental Disorders in Firefighters Following Large-Scale Disaster.</i>	Canada	32	Non
Wah 2024 [66]	Examen systématique des effets de l'exposition professionnelle à la fumée des feux de forêt sur la fonction respiratoire, les symptômes, les mesures et les maladies.	<i>Systematic review of impacts of occupational exposure to wildfire smoke on respiratory function, symptoms, measures and diseases.</i>	Australie	26	Non

Premier auteur, année de publication	Titre en français	Titre original	Pays d'affiliation du premier auteur	Nombre d'études sur les pompiers incluses	Méta-analyse (oui/non)
Walker 2016 [67]	Impact des tâches de lutte contre les incendies sur l'hydratation des pompiers : examen critique tenant compte de l'utilité des mesures d'hydratation rapportées.	<i>The impact of fire suppression tasks on firefighter hydration: a critical review with consideration of the utility of reported hydration measures.</i>	Australie	10	Non
West 2024 [68]	Examen de l'exposition professionnelle aux substances cancérogènes chez les pompiers forestiers.	<i>A review of occupational exposures to carcinogens among wildland firefighters.</i>	États-Unis	49	Non
Wu 2019 [69]	Augmentation de la prévalence post-traumatique modérée à élevée : revue systématique et méta-analyse.	<i>The prevalence of moderate-to-high posttraumatic growth: A systematic review and meta-analysis.</i>	Chine	2	Oui

## DISCUSSION DE LA REVUE DE REVUES

Cette vue d'ensemble systématique fournit une description complète des revues systématiques décrivant les populations de pompiers, y compris des informations sur l'exposition, la santé et la prévention. La santé des pompiers est un sujet important qui a fait l'objet de nombreuses revues systématiques, la grande variabilité et la multiplicité des expositions contribuent à des lacunes qui subsistent dans la littérature. Cette approche de revue globale permet de sélectionner uniquement les preuves les plus solides et de fournir une synthèse à l'intention des professionnels et des chercheurs.

Plusieurs limites doivent être discutées : tout d'abord, il y a eu un écart par rapport au protocole initial concernant l'utilisation de la grille Amstar-2, qui a été jugée plus opérationnelle pour évaluer le risque de biais des revues systématiques que d'autres outils [70, 71]. Des mots-clés supplémentaires ont été vérifiés avec l'aide de la bibliothèque de l'université d'Angers afin de s'assurer qu'aucune

revue systématique n'avait été négligée, en particulier les termes composés de deux mots tels que *fire fight* ou *fire personnel*. Outre ces divergences, les revues basées sur l'exposition et les résultats en matière de santé n'ont pas inclus la promotion de la santé en général, ni la performance physique seule [72]. En outre, les actes de conférences et même les lettres auraient pu être intéressants [73]. De plus, il a été décidé de n'extraire que les revues systématiques et non les revues narratives et les livres, dont certains sont de grande qualité [74]. Afin de limiter ce biais, les revues systématiques extraites étaient des revues systématiques, des revues exploratoires et des méta-analyses. Néanmoins, l'approche systématique de cette revue globale fournit un panorama important dans un contexte sociétal de reconnaissance, de retour d'information aux professionnels (littérature en santé) et de développement de la recherche pour les pompiers en France, qui ont un exposome particulier et des effets sur la santé qui nécessitent une surveillance singulière. En effet, la revue couvre un large éventail d'expositions et de résultats sanitaires pertinents

pour les pompiers, notamment les expositions chimiques, les efforts physiques et le stress psychologique. Cette ampleur est précieuse pour comprendre la nature multiforme des risques professionnels auxquels sont confrontés les sapeurs-pompiers.

Les cancers chez les pompiers font depuis longtemps l'objet de discussions. En 2010, le Circ avait conclu que « l'exposition professionnelle des pompiers est potentiellement cancérogène pour l'homme (groupe 2B) » [75]. Ce n'est qu'en 2023 que des preuves suffisantes chez l'homme et des preuves mécanistiques solides ont permis au Circ de conclure que « l'exposition professionnelle des pompiers est cancérogène pour l'homme (groupe 1) et provoque le mésothéliome et le cancer de la vessie chez l'homme » [43]. Ces associations varient dans le temps et selon les régions, mais la cohérence entre les études les plus solides rend cette relation évidente. D'autres cancers ont également été suggérés, tels que certains cancers hématologiques (myélome multiple, lymphome non hodgkinien), des cancers cutanés (mélanome et autres), le cancer de la prostate. L'effort physique

## Santé des sapeurs-pompiers: d'un exposome à une santé

entraîne des TMS chez les pompiers, dont la prévalence dépend de la définition et des zones du corps concernées. L'exercice physique et l'entraînement jouent un rôle tant bénéfique, par une activité physique saine pour la santé qu'il faut promouvoir, que négatif, par les blessures qu'ils sont susceptibles de générer. Les troubles de santé mentale associés aux troubles de stress post-traumatique ne font plus débat, avec une interaction entre les facteurs personnels et professionnels, bien que des recherches supplémentaires soient nécessaires pour évaluer la contribution potentielle des traumatismes physiques et psychologiques antérieurs à l'emploi dans les services d'incendie.

Cependant, cette revue globale a également mis en évidence certaines perspectives de recherche nécessitant une collaboration nationale et internationale concernant les éléments à compléter. La question du type de pompiers, du sexe, de l'âge, du type de tâches et des méthodes de formation est ensuite soulevée. Avec les événements liés au changement climatique, les incendies de forêt et ceux en zones urbanisées sont devenus une préoccupation croissante pour les autorités gouvernementales et sanitaires et reposent des questions anciennes comme la prévention des effets de l'exposition au monoxyde de carbone. La surveillance et la protection (ni trop, ni trop peu, compte tenu des effets secondaires immédiats) nécessitent des études à grande échelle (tant en termes de durée que de nombre de participants) conformes aux normes internationales. En termes de méthodes de protection, par exemple, les chercheurs pourraient s'inspirer des méthodes utilisées pour le

développement de médicaments. Par conséquent, en plus d'une phase préclinique de tests en laboratoire, une phase clinique sur une population « *non pompiers* » présentant des caractéristiques similaires à celles des « *travailleurs en bonne santé* » pourrait être réalisée, équivalente aux études de phase sur des volontaires en bonne santé (phase 1). Ensuite, il faudrait intégrer des études sur des pompiers avec intervention aléatoire évaluée en termes d'efficacité et de tolérance (équivalentes aux phases 2 et 3). Comme les protections pourraient être trop lourdes/chaudes/irrespirables/coûteuses, une évaluation post-commercialisation en conditions réelles est à imaginer (équivalente de la phase 4). À court, moyen et long termes, des études systématiques mais aussi originales doivent être menées en tenant compte des expositions dans différents contextes et dans les différentes populations comparatives mentionnées ci-dessus, tout en intégrant différentes expositions dans un cadre global d'exposome (par exemple, les perturbateurs endocriniens et les PFAS, le travail de nuit...). Il est également important, d'une part, de fournir une traduction opérationnelle sur la réalité scientifique des études et de leurs limites et, d'autre part, de promouvoir l'importance de la prévention globale face aux risques excessifs associés à la profession de sapeur-pompier.

### MISE À JOUR DE LA REVUE DE REVUES

Une mise à jour de cette revue de la littérature a été réalisée sur les publications nouvelles entre

décembre 2024 et décembre 2025, suivant la même méthode. Parmi les 68 revues supplémentaires, certaines n'étaient pas des revues systématiques, d'autres portaient sur des questions de management ou portaient à la fois sur des pompiers et d'autres intervenants d'urgence sans possibilité d'isoler les pompiers. Enfin, celles non transposables au contexte français (culture coréenne), bien que non dénuées d'intérêt, n'ont pas été incluses. Ainsi, huit études ont été incluses [76 à 83]. Il en ressort des questions sur les expositions et les mesures biométriologiques, la question du cancer toujours importante, les pathologies d'usure mentale et physique, comme les pathologies cardiovasculaires et respiratoires. La question des feux de forêts et les questions de sélection (aspects respiratoires) sont de plus en plus abordées.

### CONCLUSION

En conclusion, cette étude confirme les effets sur la santé des pompiers résultant de leurs expositions professionnelles et présente une synthèse de nombreuses revues systématiques consacrées à cette population de travailleurs. Elle met également en évidence les perspectives de collaboration internationale et de recherche intégrée. Ce travail traduit également des idées générales pour les services d'incendie, bien que leur appropriation par les chercheurs en prévention reste nécessaire pour garantir des avantages adéquats à la population étudiée. Ces conclusions de recherche, y compris celles qui ont été mises à jour, continuent de jouer un rôle important en contribuant à orienter

la sensibilisation, la prévention et les changements législatifs/réglementaires nécessaires pour mieux protéger ce groupe de travailleurs contre les risques liés à leur activité qui inclut la lutte contre l'incendie comme le secours à victime.

Les centres de documentation sont des exemples de travail d'information et de littératie, fournissant les connaissances et la sensibilisation nécessaires aux sapeurs-pompiers et aux professionnels tels que les épidémiologistes, les acteurs de la

prévention et les scientifiques spécialisés dans l'exposition.

*Les auteurs remercient Catherine Faïs et Sabrina Pitet.*

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 | CHECCHI F, WARSAME A, TREACY-WONG V, POLONSKY J ET AL. - Public health information in crisis-affected populations: a review of methods and their use for advocacy and action. *Lancet*. 2017; 390 (10109): 2297-313.
- 2 | SENAY E, BERNSTEIN A, SHEPARD P, SALAS R ET AL. - Improving Patient Outcomes in the Dual Crises of Climate Change and COVID-19: Proceedings of the Third Annual Clinical Climate Change Meeting, January 8, 2021. *J Occup Environ Med*. 2021; 63 (11): e813-e18.
- 3 | MISKEL JF - Disaster Response and Homeland Security: What Works, What Doesn't. Stanford: Stanford University Press; 2008: 162 p.
- 4 | DESCATHA A, FADEL M - Health and Safety Workforces: Specific Exposome Means Specific Occupational Attention. *J Occup Environ Med*. 2025; 67 (1): e85-e86.
- 5 | DESCATHA A, GILBERT F, GOLDBERG M, ZINS M ET AL. - Les cohortes des "héros" dans Constances : Soignances pour les professionnels de santé et Cohérences pour ceux de la sécurité. *Arch Mal Pro Environ*. 2023; 84 (5): 101850.
- 6 | WOSKIE SR, KIM H, FREUND A, STEVENSON L ET AL. - World Trade Center disaster: assessment of responder occupations, work locations, and job tasks. *Am J Ind Med*. 2011; 54 (9): 681-95.
- 7 | PLAT MJ, FRINGS-DRESEN MHW, SLUITER JK - A systematic review of job-specific workers' health surveillance activities for fire-fighting, ambulance, police and military personnel. *Int Arch Occup Environ Health*. 2011; 84 (8): 839-57.
- 8 | WILD CP - Complementing the genome with an "exposome": the outstanding challenge of environmental exposure measurement in molecular epidemiology. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2005; 14 (8): 1847-50.
- 9 | VIEL JF, BONVALLOT N, DAB W - Integration of Occupational Exposure into the Exposome. In: Wahrendorf M, Chandola T, Descatha A (Eds) - Handbook of Life Course Occupational Health. Handbook Series in Occupational Health Sciences ((HDBSOHS)). Cham: Springer International Publishing; 2023: 1-16, 591 p.
- 10 | FENT KW, EISENBERG J, SNAWDER J, SAMMONS D ET AL. - Systemic exposure to PAHs and benzene in firefighters suppressing controlled structure fires. *Ann Occup Hyg*. 2014; 58 (7): 830-45.
- 11 | BILLINGS JM, JAHNKE SA, HADDOCK CK - Daily variation in sleepiness among firefighters while working the 24/48 and 48/96 shift schedules. *Saf Sci*. 2024; 169: 10.1016/j.ssci.2023.106335.
- 12 | PEGA F, HAMZAOUI H, NÁFRÁDI B, MOMEN NC - Global, regional and national burden of disease attributable to 19 selected occupational risk factors for 183 countries, 2000-2016: A systematic analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Scand J Work Environ Health*. 2022; 48 (2): 158-68.
- 13 | AMADEO B, MARCHAND JL, MOISAN F, DONNADIEU S ET AL. - French firefighter mortality: analysis over a 30-year period. *Am J Ind Med*. 2015; 58 (4): 437-43.
- 14 | ZHAO G, ERAZO B, RONDA E, BROCAL F ET AL. - Mortality Among Firefighters in Spain: 10 Years of Follow-up. *Ann Work Expo Health*. 2020; 64 (6): 614-21.
- 15 | SINGH A, ZEIG-OWENS R, CANNON M, WEBBER MP ET AL. - All-cause and cause-specific mortality in a cohort of WTC-exposed and non-WTC-exposed firefighters. *Occup Environ Med*. 2023; 80 (6): 297-303.
- 16 | PEDERSEN JE, PETERSEN KU, ANDERSEN MHG, SABER AT ET AL. - Mortality in firefighters: extended follow-up of a Danish cohort, 1970-2021. *Int Arch Occup Environ Health*. 2025; 98 (6): 525-35.

## Santé des sapeurs-pompiers: d'un exposome à une santé

## BIBLIOGRAPHIE (suite)

- 17 | SENEZ T, FADEL M, POURRET D, BEAUME S ET AL. - Early Death Among Firefighters: The Need for Further Investigation. *J Occup Environ Med*. 2026 (en ligne avant impression).
- 18 | LARRIVIÈRE MAS, KEREKES Z, VALCHEFF D - Psychosocial Hazards and Risks. In: Guidotti TL (Ed) - Health Risks and Fair Compensation in the Fire Service. Cham: Springer International Publishing ; 2016 . 227-66, 314 p.
- 19 | DESCATHA A, DOUSSEAU H, PITET S, MAGNOLINI F ET AL. - Work Exposome and Related Disorders of Firefighters: An Overview of Systematized Reviews. *Saf Health Work*. 2025; 16 (2): 145-55.
- 20 | LIBERATI A, ALTMAN DG, TETZLAFF J, MULROW C ET AL. - The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*. 2009; 6 (7): e1000100.
- 21 | DESCATHA A, MORIN E, PITET S, FADEL M ET AL. - Scoping Reviews (revues de portée) et Umbrella Review (revue de revue): principe, méthodologie et pratique en santé au travail. *Arch Mal Prof Environ*. 2025; 86 (5): 102946.
- 22 | SHEA BJ, REEVES BC, WELLS G, THUKU M ET AL. - AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*. 2017; 358: j4008.
- 23 | ADETONA O, REINHARDT TE, DOMITROVICH J, BROYLES G ET AL. - Review of the health effects of wildland fire smoke on wildland firefighters and the public. *Inhal Toxicol*. 2016; 28 (3): 95-139.
- 24 | ALVES S, VAZ J, FERNANDES A - Exploring Clinical Trials to Manage Firefighters' Sleep Quality: A PRISMA Compliant Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2023; 20 (5): 3862.
- 25 | ANDREWS KL, GALLAGHER S, HERRING MP - The effects of exercise interventions on health and fitness of firefighters: A meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. 2019; 29 (6): 780-90.
- 26 | BARBOSA JV, FARRAIA M, BRANCO PTBS, ALVIM-FERRAZ MCM ET AL. - The Effect of Fire Smoke Exposure on Firefighters' Lung Function: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19 (24): 16799.
- 27 | BARROS B, OLIVEIRA M, MORAIS S - Biomonitoring of firefighting forces: a review on biomarkers of exposure to health-relevant pollutants released from fires. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2023; 26 (3): 127-71.
- 28 | BECKETT A, SCOTT JR, CHATER AM, FERRANDINO L ET AL. - The Prevalence of Metabolic Syndrome and Its Components in Firefighters: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2023; 20 (19): 6814.
- 29 | BERGER W, COUTINHO ES, FIGUEIRA I, MARQUES-PORTELLA C ET AL. - Rescuers at risk: a systematic review and meta-regression analysis of the worldwide current prevalence and correlates of PTSD in rescue workers. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*. 2012; 47 (6): 1001-11.
- 30 | BRALEWSKA K - Air pollution inside fire stations: State-of-the-art and future challenges. *Int J Hyg Environ Health*. 2024; 255: 114289.
- 31 | CARR-PRIES NJ, KILLIP SC, MACDERMID JC - Scoping review of the occurrence and characteristics of firefighter exercise and training injuries. *Int Arch Occup Environ Health*. 2022; 95 (5): 909-25.
- 32 | CASIENS S, BRÜNING T, TAEGER D - Cancer risks of firefighters: a systematic review and meta-analysis of secular trends and region-specific differences. *Int Arch Occup Environ Health*. 2020; 93 (7): 839-52.
- 33 | CHAKR N, SAV A - The role of personal protective equipment (PPE) in reducing firefighter exposure to chemical hazards: A systematic review. *J Occup Environ Hyg*. 2024; 21 (11): 831-41.
- 34 | CUENCA-LOZANO MF, RAMÍREZ-GARCÍA CO - Occupational Hazards in Firefighting: Systematic Literature Review. *Saf Health Work*. 2023; 14 (1): 1-9.
- 35 | DEBONO NL, DANIELS RD, BEANE FREEMAN LE, GRABER JM ET AL. - Firefighting and Cancer: A Meta-analysis of Cohort Studies in the Context of Cancer Hazard Identification. *Saf Health Work*. 2023; 14 (2): 141-52.
- 36 | DI NOTA PM, KASURAK E, BAHJI A, GROLL D ET AL. - Coping among public safety personnel: A systematic review and meta-analysis. *Stress Health*. 2021; 37 (4): 613-30.
- 37 | ENGELSMAN M, TOMS LL, BANKS APW, WANG X ET AL. - Biomonitoring in firefighters for volatile organic compounds, semivolatile organic compounds, persistent organic pollutants, and metals: A systematic review. *Environ Res*. 2020; 188: 109562.
- 38 | FROST C, TOCZKO M, MERRIGAN JJ, MARTIN JR - The effects of sleep on firefighter occupational performance and health: A systematic review and call for action. *Sleep Epidemiol*. 2021; 1: 100014.
- 39 | GOLKA K, WEISTENHÖFER W - Fire fighters, combustion products, and urothelial cancer. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2008; 11 (1): 32-44.
- 40 | GROOT E, CATURAY A, KHAN Y, COPES R - A systematic review of the health impacts of occupational exposure to wildland fires. *Int J Occup Med Environ Health*. 2019; 32 (2): 121-40.
- 41 | HWANG J, XU C, AGNEW RJ, CLIFTON S ET AL. - Health Risks of Structural Firefighters from Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18 (8): 4209.
- 42 | HWANG J, XU C, GRUNSTED P, AGNEW RJ ET AL. - Urinary Metabolites of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Firefighters: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19 (14): 8475.

## BIBLIOGRAPHIE (suite)

- 43 | Occupational Exposure as a Firefighter. IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans. Volume 132. Lyon: International Agency for Research on Cancer (IARC); 2023: 739 p.
- 44 | IGBOANUGO S, BIGELOW PL, MIELKE JG - Health outcomes of psychosocial stress within firefighters: A systematic review of the research landscape. *J Occup Health*. 2021; 63 (1): e12219.
- 45 | JAHNKE SA, JITNARIN N, HADDOCK CK, KAIPUST C ET AL. - Meta-Analysis of Incidence and Mortality of Firefighter Cancer: An Update on Emerging Science. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2024; 25 (3): 801-11.
- 46 | KHOSHAKHLAGH AH, AL SULAIE S, YAZDANIRAD S, ORR RM ET AL. - Global prevalence and associated factors of sleep disorders and poor sleep quality among firefighters: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*. 2023; 9 (2): e13250.
- 47 | KHOSHAKHLAGH AH, YAZDANIRAD S, AL SULAIE S, MOHAMMADIAN-HAFSHEJANI A ET AL. - The global prevalence of musculoskeletal disorders among firefighters: a systematic review and meta-analysis. *Int J Occup Saf Ergon*. 2024; 30 (1): 272-91.
- 48 | KIM JA, SONG SY, JEONG W, JUN JK - Non-cancer health risks in firefighters: a systematic review. *Epidemiol Health*. 2022; 44: e2022109.
- 49 | KYRON MJ, REES CS, LAWRENCE D, CARLETON RN ET AL. - Prospective risk and protective factors for psychopathology and wellbeing in civilian emergency services personnel: a systematic review. *J Affect Disord*. 2021; 281: 517-32.
- 50 | LEE DJ, AHN S, McCLURE LA, CABAN-MARTINEZ AJ ET AL. - Cancer risk and mortality among firefighters: a meta-analytic review. *Front Oncol*. 2023; 13: 1130754.
- 51 | LEMASTERS GK, GENAIDY AM, SUCCOP P, DEDDENS J ET AL. - Cancer risk among firefighters: a review and meta-analysis of 32 studies. *J Occup Environ Med*. 2006; 48 (11): 1189-202.
- 52 | LI J, ZHU W, WANG Y, LI J - Efficacy of cooling garments on exertional heat strain recovery in firefighters: a systematic review and meta-analysis. *Text Res J*. 2022; 92 (21-22): 4521-35.
- 53 | DE LYRA RL, MCKENZIE SK, EVERY-PALMER S, JENKIN G - Occupational exposure to suicide: A review of research on the experiences of mental health professionals and first responders. *PLoS One*. 2021; 16 (4): e0251038.
- 54 | MACMILLAN F, KOLT GS, LE A, GEORGE ES - Systematic review of randomised control trial health promotion intervention studies in the fire services: study characteristics, intervention design and impacts on health. *Occup Environ Med*. 2020; 78 (6): 454-63.
- 55 | MCENTIRE SJ, SUYAMA J, HOSTLER D - Mitigation and prevention of exertional heat stress in firefighters: a review of cooling strategies for structural firefighting and hazardous materials responders. *Prehosp Emerg Care*. 2013; 17 (2): 241-60.
- 56 | MURPHY MC, GEORGE HA, NAQI M, OWEN PJ ET AL. - Musculoskeletal injury epidemiology in law enforcement and firefighter recruits during physical training: a systematic review. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2022; 8 (1): e001289.
- 57 | NAZARI G, MACDERMID J, CRAMM H - Prevalence of musculoskeletal disorders among Canadian firefighters: A systematic review and meta-analysis. *J Mil Veteran Fam Health*. 2020; 6 (1): 83-97.
- 58 | NAZARI G, LU S, MACDERMID JC - Quantifying physiological responses during simulated tasks among Canadian firefighters: A systematic review and meta-analysis. *J Mil Veteran Fam Health*. 2021; 7 (1): 55-75.
- 59 | SERRANO-IBÁÑEZ ER, CORRÁS T, DEL PRADO M, DIZ J ET AL. - Psychological Variables Associated With Post-Traumatic Stress Disorder in Firefighters: A Systematic Review. *Trauma Violence Abuse*. 2023; 24 (4): 2049-66.
- 60 | SLATTERY F, JOHNSTON K, PAQUET C, BENNETT H ET AL. - The long-term rate of change in lung function in urban professional firefighters: a systematic review. *BMC Pulm Med*. 2018; 18 (1): 149.
- 61 | SOUSA G, TEIXEIRA J, DELERUE-MATOS C, SARMENTO B ET AL. - Exposure to PAHs during Firefighting Activities: A Review on Skin Levels, In Vitro/ In Vivo Bioavailability, and Health Risks. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19 (19): 12677.
- 62 | SRITHARAN J, PAHWA M, DEMERS PA, HARRIS SA ET AL. - Prostate cancer in firefighting and police work: a systematic review and meta-analysis of epidemiologic studies. *Environ Health*. 2017; 16 (1): 124.
- 63 | TAHERNEJAD S, FARAHI-ASHTIANI I, VEISANI Y, GHAFFARI S ET AL. - A systematic review and meta-analysis of musculoskeletal disorders among firefighters. *J Safety Res*. 2024; 88: 374-81.
- 64 | WAGNER SL, WHITE N, BUYS N, CAREY MG ET AL. - Systematic review of mental health symptoms in firefighters exposed to routine duty-related critical incidents. *Traumatol*. 2020; 27 (3): 285-302.
- 65 | WAGNER SL, WHITE N, RANDALL C, REGEHR C ET AL. - Mental Disorders in Firefighters Following Large-Scale Disaster. *Disaster Med Public Health Prep*. 2021b; 15 (4): 504-17.
- 66 | WAH W, GELAW A, GLASS DC, SIM MR ET AL. - Systematic review of impacts of occupational exposure to wildfire smoke on respiratory function, symptoms, measures and diseases. *Int J Hyg Environ Health*. 2025; 263: 114463.
- 67 | WALKER A, POPE R, ORR RM - The impact of fire suppression tasks on firefighter hydration: a critical review with consideration of the utility of reported hydration measures. *Ann Occup Environ Med*. 2016; 28: 63.

**BIBLIOGRAPHIE (suite)**

- 68 | WEST M, BROWN S, NOTH E, DOMITROVICH J ET AL. - A review of occupational exposures to carcinogens among wildland firefighters. *J Occup Environ Hyg.* 2024; 21 (10): 741-64.
- 69 | WU X, KAMINGA AC, DAI W, DENG J ET AL. - The prevalence of moderate-to-high posttraumatic growth: A systematic review and meta-analysis. *J Affect Disord.* 2019; 243: 408-15.
- 70 | PERRY R, WHITMARSH A, LEACH V, DAVIES P - A comparison of two assessment tools used in overviews of systematic reviews: ROBIS versus AMSTAR-2. *Syst Rev.* 2021; 10 (1): 273.
- 71 | JOHNSON PI, SUTTON P, ATCHLEY DS, KOUSTAS E ET AL. - The Navigation Guide - evidence-based medicine meets environmental health: systematic review of human evidence for PFOA effects on fetal growth. *Environ Health Perspect.* 2014; 122 (10): 1028-39.
- 72 | FARINHA VM, DE BORBA EF, DOS SANTOS PP, ULBRICH AZ ET AL. - Association of Physical and Emotional Parameters with Performance of Firefighters: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2024; 21 (8): 1097.
- 73 | VALEK SA, ROUSSEAU MA, NELSON KC, KANNLER C ET AL. - Melanoma risk among career firefighters: A systematic review of case-control studies. *J Am Acad Dermatol.* 2023; 88 (5): 1189-92.
- 74 | GUIDOTTI TL (Ed) - Health Risks and Fair Compensation in the Fire Service. Cham : Springer International Publishing ; 2016 . 314 p.
- 75 | Painting, Firefighting, and Shiftwork IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 98. Lyon: International Agency for Research on Cancer (IARC) ; 2010 : 818 p.
- 76 | DOS SANTOS ML, LOCKIE RG, ORR R, DINYER-McNEELY T ET AL. - The Metabolic Demand of Firefighting: A Systematic Review. *Physiologia.* 2025; 5 (2): 12.
- 77 | MAYER JM, BOTROS M, GRACE E, HADDAS R - Functional Biomarkers Associated with Risk of Low Back Pain in Firefighters: A Systematic Review. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2025; 10 (4): 441.
- 78 | TINSLEY KUBALA J, KLEIS R, HOCH J - Biopsychosocial and physical factors associated with firefighter musculoskeletal disorders: a systematic review. *J Occup Health.* 2025; 67 (1): uiaf028.
- 79 | GELAW A, WAH W, GLASS DC, SIM MR ET AL. - Non-respiratory health risks and mortality associated with fighting bushfires (wildfires): a systematic review. *Int Arch Occup Environ Health.* 2025; 98 (4-5): 343-67.
- 80 | NAZLI SN, LANGAN G, ILES S, RATHNAYAKE L ET AL. - The effects of bushfire smoke exposure on oxidative stress and inflammatory biomarkers: a systematic review. *Rev Environ Health.* 2025; 41 (1): 66-90.
- 81 | GUEDES PINTO T, DE AGUIAR GC, DA SILVA AVANCI L, NUNES DOS SANTOS J ET AL. - Do firefighters constitute a high-risk population for genotoxicity (DNA damage)? A systematic review. *Int J Environ Health Res.* 2025; 35 (10): 2875-86.
- 82 | TEEGARDIN MM, KELLY NB, ZOUGHAI B WS, WILSON MA ET AL. - Identification and prevention strategies for musculoskeletal injuries among firefighters: A rapid review. *Work.* 2025; 81 (1): 2057-67.
- 83 | KANG AW, LUI NS - Factors associated with lung cancer among firefighters: a systematic literature review. *BMC Public Health.* 2025; 25 (1): 281.

## ANNEXE Résumé bref des revues systématiques incluses

### Adetona 2016 [23]

Cette revue analyse les effets de la fumée des feux de végétation sur les pompiers et le public, en identifiant les composants toxiques, leurs mécanismes et les impacts sanitaires documentés. Les études montrent principalement une augmentation des événements respiratoires (mortalité, hospitalisations, symptômes) et, plus récemment, des effets cardiovasculaires liés au PM<sub>2,5</sub> (particules fines de diamètre inférieur à 2,5 µm), mais les connaissances restent limitées, notamment concernant les expositions aiguës chez les populations en bonne santé et les effets chroniques chez les pompiers forestiers. **Les auteurs recommandent des cohortes longitudinales pour mieux comprendre les conséquences cumulatives et établir des limites d'exposition adaptées.**

### Alves 2023 [24]

Cette revue systématique d'essais cliniques examine les **interventions visant à améliorer le sommeil** des pompiers, révélant un lien clair entre troubles du sommeil, travail en horaires atypiques et risques professionnels. Les essais montrent que les programmes d'éducation au sommeil améliorent la qualité et l'hygiène du sommeil, confirmant l'importance du sommeil pour la santé et la sécurité opérationnelle. Les auteurs soulignent la nécessité de **stratégies ciblées de prévention et d'interventions adaptées aux contraintes spécifiques du métier.**

### Andrews 2019 [25]

Cette méta-analyse portant sur neuf essais randomisés démontre que les programmes d'exercice physique améliorent significativement la capacité aérobie, l'endurance, la force des pompiers. **Les entraînements actifs en résistance se révèlent particulièrement efficaces.** Ces résultats confirment que l'activité physique structurée est un levier essentiel pour optimiser la performance opérationnelle et réduire le risque de blessures et de maladies cardiovasculaires.

### Barbosa 2022 [26]

Cette méta-analyse, incluant plus de 5 500 pompiers, **ne trouve pas de diminution de la fonction respiratoire (volume expiratoire maximal par seconde - VEMS ou capacité vitale forcée - CVF)** attribuable à l'exposition à la fumée, bien que de fortes variations entre les études suggèrent l'existence de nombreux facteurs confondants (durée de carrière, intensité d'exposition, méthodologie). Les auteurs concluent qu'il est difficile d'établir une relation causale claire en raison de l'hétérogénéité importante des données.

### Barros 2023 [27]

Cette revue présente les biomarqueurs d'exposition utilisés pour évaluer les polluants chez les pompiers, notamment les composés organiques volatils, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les polluants organiques persistants et les métaux. Les niveaux biologiques augmentent

généralement après les interventions, surtout dans **les urines**. Cependant, l'absence de **valeurs de référence et la méconnaissance des demi-vies limitent l'interprétation**. Les auteurs appellent à des études combinant biomarqueurs d'exposition et d'effet pour améliorer la prévention.

### Beckett 2023 [28]

Cette méta-analyse, couvrant plus de 31 000 pompiers, indique une prévalence mondiale du **syndrome métabolique d'environ 22 %**, avec des taux élevés d'hypertension artérielle, d'obésité abdominale, de dyslipidémie et d'hyperglycémie. La hausse de la prévalence est liée à un indice de masse corporelle (IMC) plus élevé et à une meilleure qualité méthodologique des études. Les auteurs soulignent l'urgence de mesures préventives pour limiter le risque cardiovasculaire.

### Berger 2012 [29]

Cette revue évalue la prévalence du **stress post-traumatique** chez 20 000 intervenants de secours à **7 % chez les pompiers**. Elle est très supérieure à celle de la population générale, soulignant la nécessité de renforcer la prévention et la sensibilisation aux options thérapeutiques.

### Bralewska [30]

Les objectifs de cette étude étaient d'examiner les recherches sur les concentrations de divers polluants atmosphériques dans les casernes. Ainsi 32 articles ont été publiés

## ANNEXE Résumé bref des revues systématiques incluses (suite)

dans des revues internationales. Les polluants les plus fréquemment étudiés dans les casernes de pompiers **étaient les HAP, les particules et les particules diesel**. Les recherches ont le plus souvent porté sur les vestiaires et les garages. Les équipements de lutte contre l'incendie, les équipements de protection individuelle (EPI), les camions de pompiers et les outils de combustion ont été identifiés comme les principales sources de pollution dans les casernes de pompiers.

### Carr-Pries 2022 [31]

Les exigences physiques de l'entraînement et de l'activité des pompiers sont associées à une prévalence élevée de blessures, ayant pour conséquence des troubles musculosquelettiques (TMS) des membres inférieurs.

### Casjens 2020 [32]

Cette revue systématique et méta-analyse examine les risques de cancers chez les pompiers selon les époques d'embauche et les régions. Globalement, le risque de cancer est comparable à celui de la population générale, mais la mortalité diminue dans les études récentes, probablement grâce aux progrès techniques et à l'amélioration des équipements de protection individuelle. **Certaines localisations, comme le mélanome et le cancer de la prostate, présentent cependant un risque plus élevé.** Des différences régionales marquées sont observées, notamment pour le cancer de la vessie.

### Chakr 2024 [33]

Cette revue analyse l'efficacité des EPI pour réduire l'exposition chimique des pompiers. Les appareils respiratoires isolants (ARI) offrent la meilleure protection contre l'inhalation, les vêtements de protection restent insuffisants pour prévenir totalement la contamination cutanée, en particulier par les composés volatils comme le benzène. Les auteurs soulignent la nécessité d'améliorer les matériaux et les procédures de décontamination.

### Cuenca-Lozano 2023 [34]

Cette revue décrit les risques mécaniques, physiques, chimiques et psychosociaux auxquels les pompiers sont exposés. Les dangers incluent les chutes, le bruit, le monoxyde de carbone, la fatigue cognitive et physique, ainsi que le burnout. Les auteurs recommandent notamment de renforcer l'utilisation des EPI, d'intégrer les informations relatives à l'exposition dans les programmes de prévention et d'optimiser les systèmes de gestion de la sécurité.

### DeBono 2023 [35]

Cette méta-analyse, menée dans le cadre du programme du **Centre international de recherche sur le cancer (Circ), évalue l'exposition professionnelle des pompiers et le risque de 12 cancers.** L'étude identifie des associations **significatives avec plusieurs cancers, dont le mésothéliome, les cancers de la vessie, de la prostate, du testicule, du côlon, le mélanome et le lymphome non hodgkinien.**

Les résultats, robustes pour certaines localisations cancéreuses, soutiennent la classification de l'exposition professionnelle liée au métier de pompier comme cancérogène avéré.

### Di Nota 2021 [36]

Cette revue analyse l'évolution des stratégies de *coping* chez les personnels de sécurité publique (dont les pompiers). Les résultats indiquent de faibles progrès dans les stratégies d'approche et d'évitement au cours du temps. Bien que les interventions puissent être utiles, l'hétérogénéité des études limite la solidité des conclusions. Ces éléments soulignent la nécessité de mettre en place des programmes organisationnels favorisant des attitudes résilientes durables.

### Dos Santos 2025 [76]

La revue montre que les EPI, notamment l'ARI, augmentent nettement le coût énergétique des tâches de lutte contre l'incendie. Malgré la diversité des protocoles, une constante émerge : les tests d'aptitude doivent intégrer l'EPI pour refléter les exigences réelles du métier. Un besoin persiste de mieux **quantifier le coût métabolique des tâches** isolées pour optimiser l'entraînement.

### Engelsman 2020 [37]

Cette revue systématique examine les études de *biomonitoring* chez les pompiers pour divers contaminants chimiques. Plus de **80 % des études montrent une exposition professionnelle notable**, parfois

supérieure à celle d'autres professions. Les auteurs recommandent **des tactiques opérationnelles adaptées, une meilleure hygiène personnelle et une décontamination rigoureuse, ainsi que des études plus complètes sur la multiplicité des expositions.**

#### Frost 2021 [38]

Cette revue met en évidence qu'un sommeil de **mauvaise qualité chez les pompiers est associé à une baisse des performances cognitives**, à une augmentation du risque de blessures et à un risque accru de maladies cardiovasculaires. Si une privation aiguë de sommeil n'impacte pas immédiatement les capacités physiques, les effets chroniques ont des conséquences significatives. Les auteurs recommandent de mettre en place des mesures de prévention et de surveillance médicale en lien avec les horaires atypiques des interventions portant sur les horaires, le sommeil et les dispositifs de suivi.

#### Gelaw 2025 [79]

Les pompiers **mobilisés sur des feux de forêt** présentent un risque accru **de troubles psychiques et de blessures à court terme** mais les données suggèrent une mortalité et une incidence de cancer inférieures à celles de la population générale chez les pompiers volontaires d'âge moyen. Les auteurs soulignent toutefois les limites des études existantes et la nécessité de cohortes prospectives mieux structurées.

#### Golka 2008 [39]

Cette revue évalue le lien potentiel entre l'exposition des pompiers aux produits de combustion et le cancer urothélial. Les données chimiques et épidémiologiques ne confirment pas un risque globalement accru, sauf peut-être chez **des pompiers professionnels fortement exposés pendant des décennies**. Les auteurs concluent que le risque reste non démontré pour l'ensemble de la profession.

#### Groot 2019 [40]

Cette revue résume les effets sanitaires des expositions aux feux de forêt chez les pompiers. Les résultats montrent une **altération aiguë de la fonction respiratoire et un risque accru d'hypertension à long terme**, ainsi qu'une association avec les symptômes de stress post-traumatique. Les données **restent insuffisantes pour évaluer les effets chroniques respiratoires** et cancérigènes. Davantage d'études sont nécessaires.

#### Guedes Pinto 2025 [81]

Cette revue indique que plus de la moitié des études observent une augmentation de la génotoxicité liée aux produits de combustion chez les pompiers exposés. La qualité méthodologique globalement satisfaisante renforce la crédibilité des résultats. Les auteurs recommandent de mettre en place un *biomonitoring* renforcé pour identifier précocement les dommages à l'ADN.

#### Hwang 2021 [41]

Les résultats de cette revue et méta-analyse indiquent que l'exposition aux HAP chez les pompiers augmente significativement après les interventions, **avec une accumulation notable au niveau du cou pour l'exposition cutanée**. Les niveaux d'HAP augmentent proportionnellement à la durée d'exposition par inhalation. Les auteurs soulignent la nécessité de mener des études supplémentaires intégrant des classes plus récentes de retardateurs de flamme.

#### Hwang 2022 [42]

Cette méta-analyse confirme une **augmentation importante des métabolites urinaires des HAP** après les interventions, avec des mesures effectuées 2 à 4 heures après l'activité se révélant particulièrement pertinentes. Les auteurs soulignent l'importance du *bio-monitoring* dans les programmes de santé, en cohérence avec les recommandations américaines.

#### Iarc /Circ 2022 [43]

Cette monographie conclut que **l'exposition professionnelle des pompiers est classée comme cancérogène certain (groupe 1) pour le mésothéliome et le cancer de vessie**. Les multiples sources d'exposition incluent les produits de combustion, l'amiante, les PFAS, les retardateurs de flamme, les gaz d'échappement diesel et le travail de nuit. Les expositions évoluent avec les matériaux, les techniques d'intervention et l'équipement.

## ANNEXE Résumé bref des revues systématiques incluses (suite)

**Igboanugo 2021 [44]**

Cette revue indique que les facteurs de stress et les risques psychosociaux chez les pompiers (conflits interpersonnels, perception d'injustice organisationnelle...) sont associés à divers effets négatifs notamment la dépression, le burnout, les troubles mentaux non dépressifs, la consommation d'alcool, les troubles du sommeil et des impacts physiologiques. Les auteurs recommandent des **interventions axées sur l'estime de soi, l'auto-efficacité (confiance en ses propres capacités) et le soutien social**.

**Jahnke 2024 [45]**

Cette méta-analyse actualise les connaissances sur le risque de cancer chez les pompiers dans les études publiées depuis 2008. Elle montre une augmentation de l'incidence de plusieurs cancers, notamment du côlon, du rein, de la plèvre, de la prostate et du mélanome, avec une mortalité accrue dans les échantillons américains pour plusieurs localisations. **Les différences géographiques nécessitent des investigations supplémentaires.**

**Kang 2025 [83]**

La revue souligne un lien probable entre l'activité de sapeur-pompier et le cancer du poumon, mais les données actuelles restent limitées et insuffisamment détaillées. Les risques semblent dépendre de l'âge, de l'exposition cumulative et du type d'intervention. Les auteurs encouragent l'usage d'indicateurs plus précis comme **les temps**

**d'exposition lors des incendies pour améliorer l'analyse causale.**

**Khoshakhlagh 2023 [46]**

Cette méta-analyse rapporte une **prévalence de 30 % de troubles du sommeil chez les pompiers**. Les facteurs associés incluent le travail posté, la santé mentale, les blessures, la douleur et l'indice de masse corporelle (IMC). Les auteurs recommandent la mise en place de programmes de promotion de la santé du sommeil.

**Khoshakhlagh 2024 [47]**

Cette revue évalue la prévalence mondiale des **TMS chez les pompiers et la situe à environ 41 %**. Le rachis lombaire est la localisation prépondérante. Aucun facteur explicatif clair n'a été trouvé pour les variations entre études. Les auteurs mettent en avant l'importance des interventions ergonomiques.

**Kim 2022 [48]**

Cette revue explore les risques de maladies non cancéreuses chez les pompiers et montre un risque accru de **hernie discale lombaire, de lombalgie, d'angine de poitrine, d'infarctus du myocarde et de stress post-traumatique par rapport à d'autres professions**. L'effet travailleur sain reste marqué. Les risques **varient selon les années de service et le grade**.

**Kyron 2021 [49]**

Cette revue prospective identifie des facteurs de risque et de protection pour la santé mentale du personnel des services d'urgence.

Le **soutien social est constamment protecteur**, tandis que les antécédents de troubles mentaux augmentent le risque de syndrome de stress post-traumatique, de burnout et de mauvaise santé mentale.

**Lee 2023 [50]**

Cette méta-analyse montre une incidence et une mortalité globales par cancer légèrement inférieures à celles de la population générale, mais un **risque accru pour plusieurs cancers**, notamment le mélanome, d'autres cancers cutanés et celui de la prostate. Quelques cancers présentent une mortalité plus élevée. Les auteurs recommandent des programmes spécifiques de dépistage.

**LeMasters 2006 [51]**

Cette revue « *historique* » identifie des risques probables pour le myélome multiple, le lymphome non hodgkinien, les cancers de la prostate et du testicule chez les pompiers. Huit autres cancers présentent un lien possible avec l'activité de sapeur-pompier. Les résultats confirment la nécessité d'un suivi sanitaire renforcé.

**Li 2022 [52]**

Cette méta-analyse évalue **l'effet des vêtements de refroidissement sur le stress thermique** des pompiers. Les dispositifs réduisent significativement la température corporelle, la fréquence cardiaque et la sensation thermique, bien que l'effet varie selon le type de système. Ils représentent une stratégie utile contre le stress thermique.

**Lyra 2021 [53]**

Cette revue étudie l'exposition au suicide chez les professionnels de santé mentale et les premiers intervenants. L'exposition affecte la vie personnelle et professionnelle et génère une détresse émotionnelle notable. **Les données sont limitées pour les pompiers, néanmoins la probabilité d'un impact important est considérée comme élevée.**

**MacMillan 2021 [54]**

Cette revue d'essais contrôlés randomisés évalue l'efficacité des interventions de promotion de la santé chez les pompiers incluant l'activité physique, l'alimentation et la méditation de pleine conscience. Huit des dix études montrent des améliorations sur au moins un indicateur de santé. Toutefois, la qualité méthodologique est souvent faible.

**Mayer 2025 [77]**

Cette revue montre que **la lombalgie chez les pompiers est principalement associée à un niveau élevé de handicap et de kinésiophobie ainsi qu'à une performance réduite lors des tâches fonctionnelles**, tandis que les autres biomarqueurs étudiés restent inconsistants. Bien que certaines données suggèrent un effet positif des exercices ciblés du tronc, la littérature demeure fragmentée, ce qui limite la formulation de **recommandations cliniques robustes.**

**McEntire 2013 [55]**

Cette revue analyse les **stratégies de refroidissement pour**

**atténuer le stress thermique. Les techniques sont diverses et l'efficacité varie selon les conditions environnementales.** L'immersion des avant-bras est efficace en contexte chaud et humide, tandis que les combinaisons refroidissantes ajoutent une charge supplémentaire.

**Murphy 2022 [56]**

Cette revue étudie les blessures musculosquelettiques chez les recrues des forces de l'ordre, faute de données chez les recrues pompiers. **Les taux de blessures sont élevés**, mais les preuves restent de faible crédibilité.

**Nazari 2020 [57]**

Cette revue canadienne montre une **prévalence élevée des TMS**, en particulier aux épaules, au dos et aux genoux. Les auteurs recommandent des stratégies ergonomiques et une amélioration de la prévention.

**Nazari 2021 [58]**

Cette méta-analyse quantifie **les demandes physiologiques des tâches simulées de pompiers, montrant un effort cardiorespiratoire très élevé.** Elle souligne la nécessité de programmes d'entraînement spécifiques.

**Nazli 2025 [80]**

Cette revue **identifie l'interleukine-8 comme biomarqueur inflammatoire le plus cohérent après exposition à la fumée de feux de forêt**, mais souligne l'absence de résultats convergents pour les autres marqueurs

d'inflammation et de stress oxydatif. La forte hétérogénéité méthodologique limite la généralisation, appelant à des études plus standardisées et longitudinales.

**Serrano-Ibáñez 2023 [59]**

Cette revue identifie les facteurs psychologiques associés au syndrome de stress post-traumatique chez les pompiers. **Le stress, la durée de carrière, le burnout, la suppression émotionnelle et la rumination** sont des facteurs de risque.

**Slattery 2018 [60]**

Cette revue systématique de 22 études longitudinales montre que le déclin de la fonction pulmonaire chez les pompiers varie considérablement selon les expositions, avec **le tabagisme comme principal facteur aggravant.** Les effets des expositions routinières restent difficiles à établir faute de mesures précises, alors que les expositions sévères et non routinières entraînent systématiquement un déclin accéléré du VEMS et de la CVF. Les données indiquent que les pompiers non-fumeurs utilisant correctement les protections respiratoires présentent généralement un déclin comparable à celui de la population générale. **Les auteurs soulignent le besoin urgent de méthodes d'évaluation plus robustes** pour comprendre l'impact réel des expositions quotidiennes.

**Sousa 2022 [61]**

Cette revue met en évidence **l'exposition cutanée significative des pompiers aux HAP, particulièrement sur le cou**, les poignets,

## ANNEXE Résumé bref des revues systématiques incluses (suite)

le visage et les mains. Les HAP, même à faibles concentrations, sont absorbés par la peau et sont métabolisés en composés réactifs pouvant provoquer des dommages cellulaires et génotoxiques. Les travaux montrent une contamination fréquente après les interventions et une absence de protection cutanée complète des EPI. Les auteurs recommandent des recherches approfondies sur **l'absorption réelle et la contribution de la voie cutanée à la dose interne totale**.

### Sritharan 2017 [62]

Cette méta-analyse de 26 études révèle un **excès modéré mais significatif d'incidence du cancer de la prostate chez les pompiers**, avec une mortalité légèrement accrue mais plus incertaine. La qualité des études est variable et l'hétérogénéité importante, mais les données suggèrent une association consistante. Les auteurs recommandent des études plus fines pour examiner les expositions spécifiques et clarifier les risques différentiels entre pompiers et policiers.

### Tahernejad 2024 [63]

Cette méta-analyse portant sur plus de 36 000 pompiers estime la prévalence globale des TMS à **46 %**, avec des atteintes fréquentes du rachis lombaire, du cou et des membres. La très forte hétérogénéité reflète la diversité des méthodes et des expositions. Les auteurs appellent à des mesures ergonomiques, de la formation ciblée et un dépistage régulier afin de réduire ces troubles très répandus.

### Teegardin 2025 [82]

Ce travail met en évidence la fréquence élevée des blessures musculosquelettiques chez les pompiers, aggravées par les exigences physiques du métier et le port d'EPI. Il souligne le manque de **travaux dédiés à la prévention et recommande des stratégies ciblées** : programmes de condition physique, amélioration des EPI et formation renforcée.

### Tinsley Kubala 2025 [78]

Les TMS des pompiers seraient associés à l'obésité, au stress professionnel et à la dépression, tandis que l'activité physique joue un rôle protecteur. Cependant, les données, issues d'études transversales, demeurent hétérogènes, et les auteurs recommandent des **approches prospectives intégrant simultanément facteurs physiques et psychosociaux professionnels et personnels**.

### Wagner 2021a [64]

Les résultats de cette revue indiquent que l'exposition répétée des pompiers à des événements potentiellement traumatiques est associée à une prévalence accrue de syndrome de stress post-traumatique et de dépression comparativement à la population générale. Les estimations varient cependant selon les outils de mesure, ce qui limite la comparabilité. Les auteurs recommandent de mieux standardiser les évaluations et d'étudier les interactions entre facteurs personnels et organisationnels.

### Wagner 2021b [65]

Cette revue révèle que les pompiers exposés à des catastrophes à grande échelle présentent des niveaux élevés de syndrome de stress post-traumatique, de dépression et d'anxiété. Les facteurs prédictifs les plus consistants sont liés à l'événement (**gravité, durée d'exposition**), tandis que les facteurs sociodémographiques jouent un rôle mineur. Les auteurs soulignent la nécessité d'affiner la compréhension de ces déterminants pour adapter les interventions psychologiques.

### Wah 2024 [66]

Cette synthèse montre un ensemble cohérent de preuves indiquant que l'exposition à la **fumée de feu de forêt et le brûlage dirigé altère la fonction respiratoire** et augmente les symptômes respiratoires, avec des effets parfois persistants. L'augmentation prévisible des feux impose de renforcer les mesures de protection et la surveillance respiratoire.

### Walker 2016 [67]

Cette revue met en évidence une déshydratation significative chez les pompiers lors des feux de bâtiments, alors que les effets sont plus variables dans le cadre des feux de forêt. Les résultats hétérogènes s'expliquent par des méthodes de mesure différentes. **L'hydratation ad libitum semble efficace dans plusieurs situations mais insuffisante lors d'interventions longues et intenses**.

**West 2024 [68]**

Cette revue portant sur 49 études indique que les pompiers intervenant sur des feux de végétation sont exposés à de multiples cancérigènes tels que les HAP, les composés organiques volatils (COV), la silice et les métaux. Mesurés par différentes méthodes, les comparaisons sont difficiles. Malgré cette variabilité, un constat est clair : **les expositions sont fréquentes, parfois élevées, et nécessitent des stratégies renforcées de réduction de l'inhalation et du contact cutané.**

**Wu 2019 [69]**

Cette méta-analyse indique qu'environ 50 % des personnes exposées à un traumatisme, dont les pompiers, présentent une évolution post-traumatique modérée à élevée. Celle-ci est plus fréquente chez les **personnes plus jeunes, exposées récemment et ayant vécu un traumatisme direct.** L'hétérogénéité importante limite toutefois les analyses, et des études plus précises sont nécessaires pour identifier ses déterminants dans cette population.