

RÉFÉRENCES EN SANTÉ AU TRAVAIL

> Revue trimestrielle de l'INRS

MALAISES MORTELS AU TRAVAIL

→ Analyse de la base Epicéa
et pistes de prévention

USURE PROFESSIONNELLE

→ Étude descriptive des salariés
en Île-de-France

APPROCHE GENRÉE EN SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL

→ Effets sur la sinistralité
et l'évaluation des risques

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

STÉPHANE PIMBERT

COMITÉ DE RÉDACTION

Rédactrice en chef : ANNE DELÉPINE

Rédactrice en chef adjointe : EMMANUELLE PERIS

Correctrice et assistante de rédaction : CYNDIE JACQUIN-BRISBART

Chargée d'études bibliographiques et de veille : ANNIE BIAOUI

Chargée de la rubrique Allergologie professionnelle :
NADIA NIKOLOVA-PAVAGEAU

Chargée de la rubrique Radioprotection professionnelle :
ANNE BOURDIEU

Chargée de la rubrique Risques psychosociaux : VALÉRIE LANGEVIN

Relecteurs et conseillers médicaux : MARIE-CÉCILE BAYEUX-DUNGLAS,
ANNE BOURDIEU, BENOÎT COURRIER ET STÉPHANE MALARD

Maquettiste : VALÉRIE LATCHAGUE

COMITÉ SCIENTIFIQUE

VINCENT BONNETERRE, *Centre régional de pathologies professionnelles et environnementales,
Centre hospitalier de Grenoble*

ÈVE BOURGKARD, *département Épidémiologie en entreprise, INRS*

CHRISTINE DAVID, *département Expertise et conseil technique, INRS*

MARIA GONZALEZ, *Centre régional de pathologies professionnelles et environnementales,
hôpital civil de Strasbourg*

VICTOR GOULET, *Association française des intervenants en prévention des risques professionnels
de services interentreprises de santé au travail, Paris*

PATRICK LAINE, *département Expertise et conseil technique, INRS*

FAHIMA LEKHCHINE, *département Information et communication, INRS*

GÉRARD MOUTCHE, *département Formation, INRS*

SOPHIE NDAW, *département Toxicologie et biométrie, INRS*

SYLVIE ODE, *Groupe des infirmier(e)s du travail, Paris*

JEAN THEUREL, *département Sciences appliquées au travail et aux organisations, INRS*

ONT PARTICIPÉ À CE NUMÉRO

LAETITIA ELIE, FLORENCE GHEZZI-TOURNADE, ANNE PICHENÉ HOUARD,
MATTHIS RAVELONARIVO, JÉRÔME TRIOLET ET ISABELLE URMES.

Abonnez-vous en ligne

**La revue trimestrielle
Références en Santé au
Travail est diffusée aux
acteurs des services de
prévention et de santé
au travail. L'abonnement
est gratuit.**

+ D'INFOS
www.inrs.fr/rst

CONNAISSANCES ET RÉFÉRENCES

RÉF PAGE

VU DU TERRAIN

Malaises mortels au travail: analyse de la base EPICEA et pistes de prévention

Usure professionnelle de salariés suivis à l'ACMS en 2024

L'intelligence artificielle en santé au travail : évaluation de son potentiel pour renforcer la précision et la clarté des préconisations médicales

PRATIQUES ET MÉTIERS

Identifier les sensibilisants chimiques: apport d'un modèle cellulaire pour l'évaluation des risques en santé au travail

Étude sur l'exposition au bruit en très hautes fréquences et aux ultrasons basses fréquences

SUIVI POUR VOUS

Épidémiologie en Santé et Travail
21^e colloque de l'Aderest
Besançon, 27-28 novembre 2025

Les maladies professionnelles,
de l'émergence à
l'indemnisation... Et au-delà
Société française de santé
au travail (SFST)
En ligne, le 30 janvier 2026

MISE AU POINT

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

OUTILS REPÈRES

RÉF. PAGE

VOS QUESTIONS/ NOS RÉPONSES

QR 194 P. 121

Poussière de sel (NaCl):
quels risques pour la santé
des travailleurs et comment
les prévenir?

À VOTRE SERVICE

PAGE

AGENDA

P. 125 De septembre 2026 à avril 2027

FORMATIONS

P. 127 Participer à l'évaluation
et à la prévention des risques liés
aux champs électromagnétiques

P. 128

Professionnels de santé:
suivi des travailleurs exposés
au radon

RÉFÉRENCES EN SANTÉ AU TRAVAIL

www.inrs.fr/rst

ABONNEZ-VOUS
GRATUITEMENT
À LA REVUE

EN UN CLIC

www.inrs.fr/rst

Chaque mois, la rubrique «Juridique» est
à retrouver sur:

www.inrs.fr/header/actualites-juridiques.html

ABONNEZ-VOUS
AU SOMMAIRE
ÉLECTRONIQUE DE LA
REVUE

RUBRIQUE EN PRATIQUE

www.inrs.fr/rst



ACTUALITÉS

P. 5 INFOS À RETENIR

P. 9 PRODUCTIONS DE L'INRS

P. 12 PARTICIPEZ À LA RECHERCHE

Approche genrée de la santé et sécurité au travail en Europe, un rapport d'EUROGIP

AUTEUR:

C. Jacquin-Brisbart, département Études et assistance médicales de l'INRS

EUROGIP est un groupement d'intérêt public fondé par la Caisse nationale d'Assurance maladie et l'INRS. Il couvre les questions relatives à l'assurance et à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (AT-MP) au plan international, et particulièrement européen. Dans ce cadre, en s'appuyant sur de nombreuses études européennes, il a publié le rapport « *Approche genrée de la santé et sécurité au travail en Europe* » qui recense plusieurs répercussions du facteur « *genre* »¹ dans le domaine de la santé au travail : biais de genre dans le processus de reconnaissance des MP, surreprésentation des femmes dans le développement des troubles musculosquelettiques (TMS) liés au travail ainsi que des inégalités d'expositions, de niveau d'information et de surveillance médicale entre les hommes et les femmes.

Ces différences peuvent être liées aux métiers exercés et aux conditions de travail : il existe de nombreuses professions ou secteurs peu mixtes, soit à prédominance masculine (bâtiment, transport, industrie), soit à prédominance féminine (aide et soin à la personne, entretien, enseignement). Les hommes sont ainsi davantage exposés aux sollicitations physiques intenses, les femmes aux tâches répétitives et aux facteurs de risque psychosociaux : elles vivent davantage de situations de tension, de précarité, elles bénéficient de moins d'autonomie et leurs tâches sont plus monotones. En outre, elles cumulent souvent des charges professionnelles et familiales.

Concernant la sinistralité, dans tous les pays étudiés, les secteurs de la construction, de l'industrie manufacturière ainsi que ceux des transports et de l'entreposage présentent une très forte majorité d'AT impliquant des hommes. Réputés plus dangereux

que les autres et employant de nombreux effectifs, ils constituent de ce fait la majorité des AT de chaque pays. Le secteur de la santé humaine et de l'action sociale ainsi que celui de l'enseignement sont ceux où les AT surviennent majoritairement chez des femmes. La répartition est généralement plus équilibrée dans l'hébergement et la restauration ainsi que dans l'administration publique.

Cependant, les données de sinistralité seules ne permettent pas de qualifier les risques professionnels auxquels les hommes et les femmes sont respectivement exposés. Tout d'abord, les indicateurs statistiques sont insuffisants : faute d'informations sur les effectifs par sexe et secteur d'activité, il est impossible de calculer des prévalences par sexe. Manquent également des données sexuées plus détaillées, notamment en matière de MP, tels que les taux de reconnaissance et les motifs de refus. Enfin, ces statistiques ne tiennent pas compte des cas où les incidents et maladies ne sont pas déclarés, ce qui arrive plus fréquemment dans les emplois précaires où les femmes sont plus largement représentées que les hommes. Ces chiffres sont également inadaptés parce que, par essence, ils sont le reflet de systèmes d'assurance qui se sont construits sur le travail industriel et masculin. Même si ces systèmes ont évolué compte tenu de la tertiarisation du travail, les risques majoritaires chez les femmes (TMS, usure chronique, charge mentale, violences sexistes) sont souvent demeurés invisibles par rapport aux risques masculins (amiante, risque chute de hauteur, charges lourdes, bruit...). Les femmes, plus fréquemment employées dans les secteurs de la santé, du social, des services, de l'intérim, du nettoyage, et exerçant dans des conditions de travail moins favorables que celles

1. Dans ce rapport d'EUROGIP, les mots « sexe » et « genre » sont employés de manière indifférenciée.

des hommes (horaires atypiques, emplois précaires, à temps partiel ou intermittent, travail à domicile), sont exposées à des risques perçus comme moins dangereux. La pénibilité liée aux gestes répétitifs et aux cadences ainsi qu'à la souffrance psychologique génère ainsi des problèmes de santé qui sortent souvent du prisme de l'assurance AT-MP, et donc des statistiques de sinistralité. Pour autant, elle est susceptible d'avoir un impact en termes d'absentéisme et de précarité pour les femmes exposées.

Tels sont les enjeux de la prise en compte de la dimension du genre dans la prévention des risques professionnels mais aussi plus largement pour l'amélioration des conditions de travail. En conséquence, les acteurs européens de la prévention ont commencé à développer des outils (produits de sensibilisation et campagnes de communication, guides, passeport santé, kit de prévention et de formation contre le harcèlement sexuel, normalisation des équipements de protection individuelle et adaptations techniques...)

qui invitent à une compréhension différenciée des situations de travail des hommes et des femmes et à agir sur différents registres :

- sensibiliser et former les acteurs de la prévention;
- analyser les situations de travail concrètes des hommes et des femmes;
- permettre l'accès à des équipements adaptés aux femmes;
- intégrer le genre dans la démarche d'évaluation des risques;
- lutter contre le risque spécifique des violences sexistes et sexuelles au travail.

La prise en compte de la question du genre est aussi une opportunité d'améliorer l'organisation du travail et la prévention pour tous : s'intéresser à l'usure, à l'absentéisme des travailleurs et des travailleuses permet d'interroger les conditions de travail réelles de chacun, notamment celles des travailleurs âgés ou d'autres catégories de travailleurs vulnérables.

Le rapport est disponible à l'adresse : <https://eurogip.fr/etudes-enquetes/approche-genree-de-la-sante-et-securite-au-travail-en-europe/>

Expositions professionnelles des travailleurs du bâtiment et des travaux publics en 2019 en France hexagonale, évaluées à partir des matrices emplois-expositions du programme Matgéné

1. <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/exposition-a-des-substances-chimiques/articles/programme-matgene-matrices-emplois-expositions>

Santé publique France (SPF) a réalisé une étude sur les expositions professionnelles des travailleurs du bâtiment et des travaux publics (BTP). Les auteurs ont utilisé les matrices emplois-expositions (MEE) du programme Matgéné¹. Les MEE sélectionnées étaient celles présentant une probabilité d'exposition non nulle en 2019 pour les travailleurs du secteur du BTP et dont les emplois sont codés selon la nomenclature des professions et catégories socioprofessionnelles de 2003 (PCS2003) et la nomenclature d'activités française de 2008 (NAF2008). Il s'agissait de celles portant sur :

- les poussières de silice cristalline libre;
- les poussières de bois;
- les laines minérales;
- le formaldéhyde;
- les carburants et solvants pétroliers;
- les solvants oxygénés;
- les solvants chlorés;
- le bruit;
- le travail de nuit.

Les MME qui concernent les poussières de ciment et les fibres d'amiante n'ont pas pu être utilisées compte tenu de leur ancienneté.

La population d'étude a été sélectionnée à partir des données du recensement de la population en 2019 en France hexagonale sur des critères de nomenclatures NAF2008 et PCS2003. L'ensemble des statuts de travailleurs a été pris en compte (salariés, dont

intérimaires, ou non-salariés qui représentent 23 % de l'effectif).

Les nombres et les proportions de travailleurs exposés en 2019 aux nuisances étudiées ont été estimés dans la population générale des travailleurs et dans la population des travailleurs du BTP. Concernant les travailleurs du BTP (effectif de 1 716 590 personnes), les estimations étaient de :

- 1 066 340 travailleurs exposés au bruit (62,1 % vs 20,5 % dans la population générale des travailleurs);
- 672 560 travailleurs exposés aux poussières de silice (39,2 % vs 3,8 % dans la population générale des travailleurs);
- 509 210 travailleurs exposés aux laines minérales (29,7 % vs 3,6 % dans la population générale des travailleurs);
- 217 370 travailleurs exposés à au moins un carburant ou solvant pétrolier (12,7 % vs 4,2 % dans la population générale des travailleurs);
- 158 850 travailleurs exposés au travail de nuit (9,3 % vs 16,5 % dans la population générale des travailleurs);
- 135 090 travailleurs exposés aux poussières de bois (7,9 % vs 1,2 % dans la population générale des travailleurs);
- 105 160 travailleurs exposés à au moins un solvant oxygéné (6,1 % vs 9,7 % dans la population générale des travailleurs);

- 18 610 travailleurs exposés au formaldéhyde (1,1 % vs 0,3 % dans la population générale des travailleurs);
- 1 010 travailleurs exposés à au moins un solvant chloré (0,1 %, comme dans la population générale des travailleurs).

Les auteurs déclinent également les résultats chez les hommes et chez les femmes. Les hommes représentaient près de 90 % de la population étudiée. Les proportions de travailleurs exposés étaient identiques à celles de l'ensemble de la population générale des travailleurs hommes pour les solvants oxygénés et les solvants chlorés, plus faibles pour le travail de nuit et plus élevées pour les autres nuisances étudiées. Les proportions d'exposées dans la population des travailleuses du BTP étaient proches de celles des travailleuses en population générale pour le formaldéhyde et les solvants chlorés, plus faibles pour les solvants oxygénés et le travail de nuit et plus élevées pour toutes les autres nuisances.

Enfin, les auteurs détaillent les résultats d'exposition

par secteur d'activités (NAF) et par profession (PCS). Cette étude fournit la première cartographie d'une sélection d'expositions professionnelles sur l'ensemble des travailleurs dans le secteur du BTP (saliés et non-saliés). Bien que non exhaustifs en termes de nuisances étudiées, ces résultats constituent une première base solide pour orienter à la fois la recherche future et les actions de santé au travail. Enfin, la prise en compte des spécificités liées aux différents statuts professionnels et selon le sexe devrait permettre d'orienter les futures études épidémiologiques et d'élaborer des recommandations encore plus ciblées.

Ces résultats, ainsi que les autres articles publiés dans *le Bulletin épidémiologique hebdomadaire* de SPF, sont consultables sur la page dédiée du site internet de SPF (<https://www.santepubliquefrance.fr/revues/beh/bulletin-epidemiologique-hebdomadaire>).

L'étude est disponible à l'adresse : https://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2026/9/2026_9_1.html

Brochures, dépliants, outils, webinaires, journées techniques...



Les maladies professionnelles

Guide d'accès aux tableaux du régime général et du régime agricole de la Sécurité sociale

Ce guide permet de retrouver un tableau de maladie professionnelle en cherchant par symptômes ou maladies et par agents nocifs ou situations de travail. Il peut être un outil facilitant le repérage et l'évaluation des risques de maladies professionnelles par toutes les personnes participant à la prévention en milieu de travail.

Référence: ED 835, Brochure de 312 pages

Unités de méthanisation et de compostage

Prévenir les risques chimiques et biologiques

Ce dépliant s'adresse à l'encadrement et aux préventeurs des unités de méthanisation-compostage. Il fait le point sur les principaux risques chimiques et biologiques auxquels sont exposés les opérateurs et propose des actions de prévention à mettre en œuvre.

Référence: ED 6557, Dépliant 3 volets



Salariés du bâtiment - Exposition au plomb

Ce dépliant est destiné à sensibiliser tous les salariés du secteur du bâtiment amenés à manipuler du plomb ou à être en contact direct ou indirect avec le plomb, aux risques pour leur santé et celle des autres. Il préconise des mesures d'hygiène et de prévention pour se protéger et pour éviter de contaminer ses proches, au-delà du milieu de travail.

Référence: ED 6558, Dépliant 4 volets



Secteur logistique

Prévenir les risques électriques liés aux engins

Le nombre de chariots automoteurs électriques augmente et les technologies des batteries évoluent. Pour les salariés qui travaillent au contact de ces engins, cela implique de nouveaux risques liés à la quantité d'énergie électrique embarquée. Connaître ces risques permet de mettre en place des mesures de prévention adaptées.

Référence: ED 6424, Dépliant 6 volets



RETROUVEZ
TOUTES LES
PRODUCTIONS
DE L'INRS SUR
INRS.FR



Concevoir des espaces de bureaux : repères pour la prévention des risques professionnels

Le 17 mars 2026, l'INRS a proposé un webinar consacré à la prise en compte des risques professionnels dès la conception des espaces de bureaux.

Ce webinar a présenté les différents types d'espaces de bureaux (bureau traditionnel, open-space, flex-office...) et les règles d'agencement et d'aménagement associées. Il a abordé notamment les atouts et inconvénients de ces espaces, l'ensemble des éléments techniques à prendre en considération et l'outil Mavimplant pour simuler différents espaces de travail. Ce webinar est disponible en replay.

Référence: Anim-511

Éclairage des lieux de travail : santé et sécurité des salariés

Le 31 mars 2026, l'INRS a organisé une journée technique sur l'éclairage au travail. Cette journée a eu pour objectif d'identifier, d'évaluer les risques liés à un éclairage inadapté et de présenter des solutions de prévention. Pour cela, un état des lieux des connaissances sur la réglementation et la normalisation a été fait. Les qualités d'un éclairage adapté à différents espaces de travail ainsi que les effets sur le salarié ont été également présentés. Cette journée technique est disponible en replay sur la chaîne Youtube de l'INRS.



Grille d'évaluation de la qualité acoustique des espaces ouverts

Cet outil est destiné à faire une première évaluation simple de la qualité acoustique d'un bureau ouvert (ou d'une zone particulière de cet espace). Il a pour but de mettre en évidence les principaux points de faiblesse acoustique du local et de son aménagement. À destination des préventeurs en entreprise, il est essentiellement basé sur des observations. Pour chaque élément de l'aménagement de l'espace évalué (plafond, sol, géométrie, etc.) une note comprise entre 0 et 5 est établie, 0 indique une mauvaise qualité et 5 une bonne qualité. Lorsque tous les éléments ont été évalués, une note globale, également comprise entre 0 et 5, témoigne de la qualité acoustique globale de l'espace de travail.

Référence: Outil 156



Outil d'évaluation des risques professionnels – Abattoirs

Élaboré par l'INRS et l'Assurance maladie-Risques professionnels, cet outil permet de réaliser l'évaluation des risques professionnels et d'éditer un plan d'action pour les abattoirs de ruminants et de porcs. Pour chaque risque identifié, une liste de mesures de prévention est proposée. Il est également possible d'ajouter des risques ou des mesures en fonction de la situation de chaque entreprise.

Référence: Outil 157

Le site de l'INRS évolue (Re)découvrez-le !

inrs.fr



le site de référence
en **santé et sécurité** au travail



Participez à la recherche



Bruit

→ Étude sur l'exposition au bruit en très hautes fréquences et aux ultrasons basses fréquences

Votre entreprise utilise des appareils générant des sons de très hautes fréquences audibles (THF: de 10 à 20 kHz) ou des ultrasons basses fréquences (USBF: de 20 à 30 kHz): découpeuses (surgelés, charcuterie, confiseries, marqueterie, etc.), soudeuses métalliques ou thermoplastiques, bains nettoyants, ou tout autre appareil ou machine générant des fréquences supérieures à 10 kHz.

L'INRS a besoin de vous

pour évaluer l'exposition aux bruits THF et USBF des salariés travaillant à proximité des appareils générant des fréquences supérieures à 10 kHz. L'objectif est de collecter des données de terrain visant à mieux caractériser les situations d'exposition aux THF/USBF et à développer un protocole d'évaluation des risques correspondants. Cette évaluation comprendra des mesures d'exposition au bruit, des évaluations de l'audition des salariés, ainsi que des réponses à des questionnaires.

> Comment se déroulera l'étude ?

Les personnes en charge de l'étude rencontreront les entreprises souhaitant participer, pour leur présenter précisément le protocole d'intervention. Avec l'accord de l'entreprise et des salariés volontaires, l'étude se déroulera en deux temps :

- en amont des mesures, les participants devront répondre à des questionnaires en lien avec leur audition et leur sensibilité au bruit ;
- les personnes seront équipées de façon non contraignante d'un système de mesure de l'environnement sonore. Avant et après le poste de travail, il sera demandé aux participants de passer des tests audiométriques et de répondre à de courts questionnaires. Durant le poste, des mesures complémentaires seront effectuées par l'INRS pour qualifier au mieux l'émission sonore des machines et pouvoir, le cas échéant, proposer des solutions d'amélioration. Enfin, si l'activité le permet, le salarié pourra répondre à un questionnaire très court (1 minute) pendant son poste, pour qualifier son ressenti durant l'exposition.

L'intervention sera réalisée de façon à ne pas perturber l'activité. Les données recueillies, dont le seul but est de faire progresser les connaissances sur les THF/USBF,

seront anonymisées avant traitement. Les résultats des mesures, leur analyse ainsi que de possibles conseils, pourront être communiqués à l'entreprise *via* un rapport de synthèse et/ou une réunion de restitution.



Vous souhaitez participer ?

Contactez Jonathan Terroir
03 83 50 20 00 • etudeTHF@inrs.fr
INRS, département Ingénierie des équipements de travail
1, rue du Morvan, CS 60027,
54519 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex



Scannez
ce QR-code
pour plus
d'informations

Participez à la recherche



Organisation de la maintenance et prévention

→ Visio-assistance d'un personnel sur place par un expert de maintenance à distance : quelles pratiques ?

Votre entreprise...

- propose un service d'assistance à distance à des entreprises clientes ou sous-traitantes, grâce à un système de visio-assistance, pour la réalisation d'activités de maintenance d'équipements de travail, de machines ou d'installations, que vous concevez, produisez, louez ou maintenez ;
- et/ou utilise un système de visio-assistance, permettant à vos salariés d'être assistés à distance, par un expert de maintenance interne ou extérieur à votre entreprise, dans la réalisation d'activités de maintenance sur vos équipements de travail, machines ou installations.

L'INRS a besoin de vous

L'INRS souhaite mieux connaître les pratiques de visio-assistance d'un personnel sur place par un expert de maintenance à distance, ainsi que les organisations du travail associées, afin de proposer des pistes de prévention adaptées à ces situations de travail.

> Comment se déroulera l'étude ?

Dans un premier temps, l'équipe de l'INRS (deux à trois personnes) cherchera à identifier les motivations ayant conduit à mettre en place de telles situations d'assistance, les fonctionnalités des systèmes de visio-assistance utilisés, l'organisation du travail instaurée et les avantages et inconvénients éventuels perçus. Pour cela, des entretiens seront menés avec les différentes parties prenantes : responsables, coordinateurs et techniciens de maintenance, personnels de production, etc.

Dans un second temps, des observations de ces situations d'assistance et des activités des personnels impliqués seront réalisées. À l'issue de ces situations d'assistance, des débriefings seront effectués avec les salariés concernés, autant que possible à leur poste de travail. Les activités de travail habituelles des différents personnels ne seront pas modifiées.

Les données recueillies seront anonymisées et les résultats, traités collectivement, feront l'objet d'une restitution aux entreprises partenaires (diagnostic de la situation, proposition de pistes de prévention).



Vous souhaitez participer ?

Contactez Corinne Grusenmeyer : 03 83 50 21 66
corinne.grusenmeyer@inrs.fr

INRS, département Sciences appliquées
au travail et aux organisations

1, rue du Morvan, CS 60027, 54519 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex

2

CONNAISSANCES ET RÉFÉRENCES

P. 15 VU DU TERRAIN

P. 61 PRATIQUES ET MÉTIERS

P. 77 SUIVI POUR VOUS

P. 99 MISE AU POINT

Malaises mortels au travail : analyse de la base Epicea et pistes de prévention

AUTEURS :

A. Bourdieu, A. Delépine, département Études et assistance médicales, INRS

C. Tissot, département Études, veille et assistance documentaires, INRS

EN RÉSUMÉ

Plus de la moitié des accidents du travail mortels n'ont pas de cause externe identifiée et sont donc qualifiés de malaises mortels. Une première étude à partir des données de la base Epicea avait permis de les classer majoritairement comme des morts subites cardiaques. Une nouvelle étude, mettant en œuvre la même méthodologie et portant sur les malaises mortels survenus entre le 1^{er} septembre 2023 et le 28 février 2025, confirme ces conclusions. Cet article met en avant des pistes de prévention, notamment l'organisation des secours et le suivi individuel de l'état de santé, en particulier la visite de mi-carrière qui pourrait être l'occasion d'un bilan des facteurs de risque cardiovasculaire professionnels et extra-professionnels.

MOTS CLÉS

Accident du travail / Affection cardiaque / Appareil cardiovasculaire / Secours / Secourisme / Sauveteur secouriste du travail / SST / Surveillance médicale / Suivi médical

En 2024 comme en 2023, l'Assurance maladie a reconnu environ 760 décès accidentels en lien avec le travail [1]. Près de 60 % de ces accidents du travail (AT) mortels sont des malaises mortels, c'est-à-dire des décès survenus sur le lieu ou à l'occasion du travail sans cause externe identifiée (traumatisme, hémorragie, intoxication, électrocution par exemple). En 2023, 438 cas de malaises mortels ont ainsi été recensés, 447 en 2024. Néanmoins, les données colligées par l'Assurance maladie ne permettent pas l'analyse des circonstances des décès. A *contrario*, les enquêtes saisies dans la base de données Epicea (*Études de prévention par l'informatisation des comptes rendus d'accidents*) de l'INRS donnent accès à des informations exploitables pour proposer des pistes de prévention (encadré 1). Une analyse de 143 malaises

↓ Encadré 1

> EPICEA, UNE BASE DE DONNÉES DÉDIÉE AUX ACCIDENTS DU TRAVAIL GRAVES OU MORTELS (www.inrs.fr/epicea)

Epicea est une base de données nationale factuelle sur les accidents du travail mortels, graves ou significatifs pour la prévention. Créée en 1988, elle rassemble près de 26 800 cas d'accidents du travail survenus à des travailleurs du régime général de la Sécurité sociale. Les accidents de trajet y sont enregistrés depuis 2024. L'anonymat des personnes physiques et morales, des victimes et des employeurs, est respecté.

L'objectif de cette base de données est de décrire l'accident et les mesures de prévention associées, sans chercher à établir de responsabilité. Epicea n'a pas vocation à constituer une base statistique et ses données ne peuvent pas être extrapolées à des ensembles plus larges d'accidents du travail.

Le recueil d'information est effectué par les ingénieurs-conseils et les contrôleurs de sécurité des Caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), de la Caisse régionale d'assurance maladie de l'Île-de-France (Cramif) et des Caisses générales de sécurité sociale (CGSS). La saisie des enquêtes et la codification sont assurées par des agents des Carsat, Cramif et CGSS formés à cet effet. La gestion de la base est réalisée par l'INRS.

Malaises mortels au travail : analyse de la base Epicea et pistes de prévention

mortels enregistrés dans la base Epicea et couvrant la période 2012-2023 [2] a mis en évidence que plus de 93 % des travailleurs décédés étaient des hommes, d'âge médian 51 ans. Les deux métiers les plus représentés étaient les conducteurs de poids lourds et les électriciens ; les ouvriers qualifiés du bâtiment constituaient le 3^e groupe en termes de fréquence. Les mesures de prévention préconisées par les contrôleurs de sécurité et les ingénieurs-conseils des Caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), de la Caisse régionale d'assurance maladie de l'Île-de-France (Cramif) et des Caisses générales de sécurité sociale (CGSS)¹ suite à leur enquête, ciblaient majoritairement l'évaluation et la prévention des risques professionnels, l'organisation des secours, le suivi individuel en santé au travail et l'accompagnement psychologique. Depuis juillet 2023, dans le cadre d'un programme national de l'Assurance maladie – Risques professionnels, tout AT mortel, et donc tout malaise mortel, doit faire l'objet d'une enquête et être enregistré dans la base Epicea. L'INRS a ainsi mené une nouvelle étude portant sur les malaises mortels survenus entre le 1^{er} septembre 2023 et le 28 février 2025. Cette analyse a pour but de caractériser la population des victimes et les circonstances de survenue des malaises ainsi que d'étudier les éventuelles similarités avec les données recensées dans la même base de 2012 à 2023. Elle porte également sur les conclusions des enquêtes et les mesures de prévention conseillées par les agents des Carsat ou déjà mises en place par l'employeur. Son objectif final est de proposer des mesures de prévention adaptées.

2. *Organisme paritaire placé auprès de la Sécurité sociale, représentant les branches d'activités professionnelles.*

1. *Dans la suite de ce document, le terme générique de Carsat sera utilisé.*

DESCRIPTION DES MALAISES MORTELS AU TRAVAIL

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'étude a porté sur les malaises mortels survenus entre le 1^{er} septembre 2023 et le 28 février 2025, soit sur 18 mois, et enregistrés dans la base Epicea. L'inclusion s'est achevée au 1^{er} juin 2025. La sélection s'est faite à partir des modalités « malaise » et « accident mortel ». Toute identification de facteur externe a conduit à l'exclusion du cas : traumatisme (chute de hauteur, accident de la voie publique...), intoxication, électrocution... Ont néanmoins été conservés les accidents routiers si un témoignage direct atteste de la préexistence du malaise à l'accident. Un manque d'information sur le décès a également constitué un critère d'exclusion.

À l'instar de l'étude publiée en 2024, 25 des 81 variables codées dans la base ont fait l'objet de statistiques descriptives [2]. Associées aux conclusions des enquêtes anonymisées, elles ont permis de caractériser l'entreprise, la victime (âge, sexe), le poste de travail, le déroulement du malaise. Une analyse qualitative des mesures de prévention préconisées par les agents des Carsat ou déjà mises en œuvre par l'entreprise a également été réalisée. Certaines informations issues des enquêtes et n'ayant pas été recherchées de façon systématique en vue d'un codage sont présentées ici en fonction de leur intérêt pour la prévention mais sans que les valeurs chiffrées ne soient rapportées à l'effectif total.

Il convient de préciser que, compte tenu du faible effectif de certaines catégories et du caractère rétrospectif de cette étude descriptive, les données obtenues ne peuvent

pas donner lieu à des analyses statistiques. Toutefois, les éléments observés peuvent attirer l'attention sur des tendances.

RÉSULTATS

Sur la période du 1^{er} septembre 2023 au 28 février 2025, 324 cas de malaises mortels ont été retenus.

LES ENTREPRISES D'APPARTENANCE

Dans 22 % des cas, les victimes étaient des salariés d'entreprises relevant du comité technique national (CTN)² C (secteurs du transport, de l'eau, du gaz, de l'électricité, du livre et de la communication). Venaient ensuite des entreprises du CTN I (activités de services II de type travail temporaire, santé, aide et soin, nettoyage) (17 % des cas), du CTN D (commerce et industrie de l'alimentation) (16 %) et du CTN B (bâtiment et travaux publics) (15 %).

Dans 37 % des cas, l'entreprise qui employait la victime comptait de 10 à 50 travailleurs. Dans 23 % des cas, elle comptait de 100 à 500 travailleurs. Dans 17 % des cas, elle comptait de 50 à 100 travailleurs et, dans 17 % des cas, moins de 10 travailleurs.

ENTREPRISES DANS LESQUELLES LES MALAISES MORTELS SONT SURVENUS

Les malaises ne surviennent pas toujours dans l'entreprise d'appartenance de la victime. Ainsi les entreprises dans lesquelles les malaises sont survenus relevaient du secteur tertiaire dans 41 % des cas, de l'industrie dans 21 %, et de la construction dans 5 %.

Dans 20 % des cas, les malaises mortels sont survenus dans des entreprises de 10 à 50 salariés, et pour 14 % dans des entreprises de 100 à 500 salariés.

LES VICTIMES

Sexe et âge

Les hommes représentent 88 % des victimes de malaises mortels. La proportion des femmes est du même ordre pour toutes les tranches d'âge (entre 10 et 13 %), sauf chez les 20 - 30 ans, où elles constituent un tiers des cas.

La tranche d'âge des 50-60 ans représente 53 % des victimes, alors que 21 % sont dans la tranche des 40-50 ans et 12 % dans celle des 60-65 ans. L'âge médian s'élève à 53 ans. La victime la plus jeune avait 19 ans, la plus âgée 78 ans.

Professions et ancienneté

Plus de 150 métiers ont été identifiés à partir des enquêtes.

La classification internationale type des professions (CITP 08) à 4 chiffres³ en permet une approche précise. Les trois premiers emplois concernés sont :

- « conducteurs de poids lourds et de camions » : 15 % (n = 47) ;
- « agents d'entretien dans les bureaux, les hôtels et autres établissements » : 3 % (n = 11) ;
- « métiers qualifiés du bâtiment (gros œuvre) et assimilés non classés ailleurs (chefs d'équipe, etc.) » : 3 % (n = 10).

L'ensemble des travailleurs nouvellement ou récemment⁴ embauchés ou affectés à un poste correspond à 16 % des victimes.

Il est à noter qu'en se basant sur la CITP à 1 chiffre, qui permet une analyse en grands groupes, il apparaît que les directeurs et cadres supérieurs sont au nombre de 27 (dont 96 % d'hommes), ce qui correspond à 8 % des victimes. Leur âge médian s'élève à 53 ans. Aucun secteur d'activité ne se distingue. Les embauches récentes ne sont pas surreprésentées.

3. <https://ilostat.ilo.org/fr/methods/concepts-and-definitions/classification-occupation>

4. Jusqu'à trois mois après la prise de fonction.

Types de contrat de travail

Dans 79 % des cas, les travailleurs décédés étaient en contrat à durée indéterminée et dans 7 % en contrat à durée déterminée. Les intérimaires représentaient 8 % des victimes.

Horaires de travail

Les victimes travaillaient à temps plein dans 75 % des cas (n = 243) vs à temps partiel dans 11 %. Dans 14 % des cas, l'information n'est pas connue.

Dans 17 % des dossiers, il est noté que le travailleur était en travail posté et dans 13 % qu'il travaillait de nuit. Toutefois, ces données ne sont pas toujours renseignées.

L'heure de prise de poste n'est pas systématiquement mentionnée mais, à la lecture des enquêtes, il apparaît que dans 28 cas, le travailleur décédé avait pris son poste entre 4 h et 6 h. Il s'agissait majoritairement de conducteurs de bus ou de poids lourds. Ces derniers sont par ailleurs les plus représentés sur l'ensemble des malaises mortels ayant lieu entre 20 h et 7 h du matin.

L'heure de survenue du malaise est présentée sur la [figure 1](#). Seule la tranche horaire de 11h-12h dépasse les 10 % du total alors que 16 % des malaises mortels ont lieu entre 20 h et 7 h.

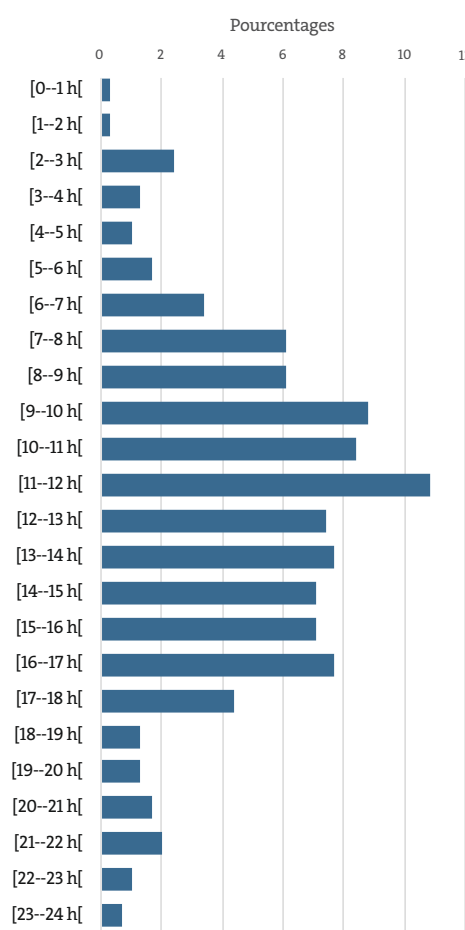


Figure 1: répartition horaire de la survenue des malaises mortels (en pourcentage)

Malaises mortels au travail : analyse de la base Epicea et pistes de prévention

ACTIVITÉS EN COURS LORS DU MALAISE MORTEL

Dans 83 % des cas (n = 269), l'activité du travailleur était considérée comme « *habituelle* ».

Les enquêtes ont permis de relever et coder les verbes employés pour décrire l'activité en cours au moment du malaise (figure 2). Les quatre verbes les plus souvent cités sont : « *faire une pause* » (17 %), « *préparer, organiser* » (12 %), « *utiliser, faire fonctionner, conduire* » (11 %), « *se déplacer à pied* » (11 %). À noter que, pour les cadres, les actions les plus fréquemment rapportées sont « *utiliser, faire fonctionner, conduire* » (17 %), « *finir, terminer* » (13 %), « *se déplacer à pied* »

(13 %), « *préparer, organiser* » (13 %).

L'activité physique et la manutention sont parmi les circonstances les plus souvent mentionnées. À la lecture des enquêtes, la majorité des chauffeurs poids lourds n'effectue néanmoins pas d'opérations de chargement/déchargement, celles-ci étant largement mécanisées ou effectuées par les travailleurs de l'entreprise dans laquelle le malaise survient.

Le travail en ambiance froide est retrouvé dans dix enquêtes, le travail en ambiance chaude dans sept. Les facteurs de risques psychosociaux (RPS), notamment la charge de travail et le stress, sont cités dans 4 % des cas.

ISOLEMENT SUR LE POSTE

Dans 73 % des cas, le travailleur se trouvait momentanément seul au moment du malaise. La notion de « *travailleur isolé* » est retrouvée pour 17 % des victimes. À noter que 10 salariés (3 %) étaient en télétravail.

DÉROULEMENT DU MALAISE MORTEL

Dans 25 % des cas (n = 80), l'enquête fait mention d'un ou plusieurs signe(s) prodromique(s) ou d'accompagnement. La liste ci-dessous les classe par fréquence décroissante. Le total est supérieur à 80 car plusieurs symptômes ont pu survenir chez la même personne :

- dit ne pas se sentir bien : 22 cas ;
- douleur thoracique : 14 cas ;
- céphalées : 10 cas, migraine : 1 cas ;
- asthénie : 9 cas ;
- dyspnée : 8 cas, toux : 1 cas ;
- nausées ou vomissements : 7 cas ;
- douleurs abdominales : 3 cas ;
- appelle à l'aide ou appelle lui-même les secours : 7 cas ;
- douleur du bras gauche : 3 cas, du bras droit : 3 cas, sans précision : 2 cas ;
- douleur du rachis : 3 cas ;
- sueurs : 3 cas ;
- confusion, trouble du comportement ou trouble phasique : 3 cas ;
- douleur des épaules : 2 cas ;
- pâleur : 2 cas ;
- démarche « *titubante* » : 2 cas ;
- érythème généralisé avec œdème : 1 cas ;
- convulsions : 1 cas ;
- hémiparésie : 1 cas ;
- douleur de la mâchoire : 1 cas ;
- douleur des jambes : 1 cas.

Il est à noter que dans 28 % des cas, la seule plainte formulée a été « *ne pas se sentir bien* ». Quand il y a eu une symptomatologie, c'est

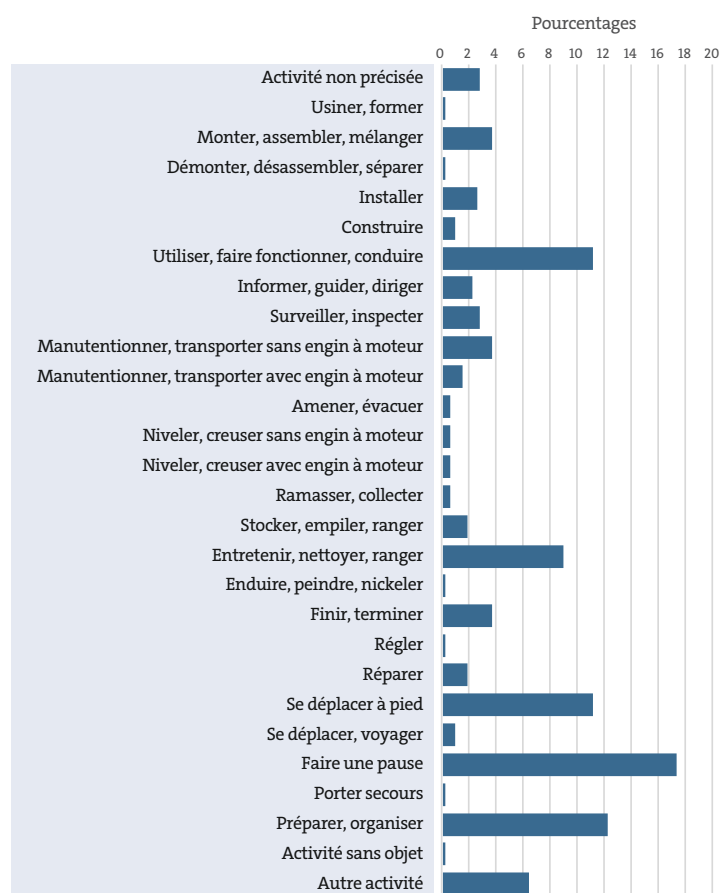


Figure 2 : activités en cours au moment du malaise (en pourcentage)

la douleur thoracique qui a été la plus fréquemment rapportée (18 % des cas).

Peu d'antécédents ont été colligés dans les enquêtes, ils étaient essentiellement d'ordre cardiologique ou constituaient eux-mêmes des facteurs de risque cardiovasculaires (FRCV) (obésité par exemple). Les hypothèses sur les causes de décès, basées sur des échanges *a posteriori* avec des médecins, sont l'infarctus du myocarde (IDM), l'accident vasculaire cérébral (AVC), la rupture d'anévrisme, l'embolie pulmonaire, la méningite, l'hémorragie abdominale. Les quelques autopsies qui ont été pratiquées mettent en évidence des pathologies cardiovasculaires, essentiellement des IDM. À la lecture des enquêtes, il est intéressant de noter que plusieurs travailleurs ont ignoré des signes d'alerte dans les heures ou jours précédant le malaise (à type de douleur thoracique essentiellement), voire ont refusé que les secours soient appelés lors de l'apparition des symptômes.

Le délai entre les premiers signes de malaise et la survenue du décès est de l'ordre de quelques minutes ou dizaines de minutes d'après la majorité des enquêtes : 259 travailleurs sont décédés sur leur lieu de travail (80 %) tandis que 64 (20 %) le sont le jour même ou quelques jours plus tard à l'hôpital.

La mort subite cardiaque (MSC), ou mort subite de l'adulte⁵, se définit comme un décès survenant dans l'heure suivant le début des symptômes en présence d'un témoin, ou, en l'absence de témoin dans les 24 heures après que la victime a été vue vivante pour la dernière fois, et ce, sans cause circonstancielle évidente [3]. Tels que relatés dans la base Epicea, 82 % des malaises mortels remplissent les critères de

définition d'une MSC (n = 265). Les décès survenus au-delà de la 24^e heure n'ont pas été classés comme MSC. Dans 26 cas (8 %), les informations recueillies n'ont pas permis de déterminer si le décès était compatible avec une MSC.

SUIVI INDIVIDUEL DE L'ÉTAT DE SANTÉ AU TRAVAIL

Le suivi individuel de l'état de santé ne satisfaisait pas aux obligations réglementaires dans 26 dossiers pour diverses raisons : non présentation aux visites, report de rendez-vous, décès survenu avant la visite d'embauche...

La notion d'arrêt maladie récent est mentionnée dans neuf cas.

Une restriction d'aptitude avait été émise pour neuf salariés : six pour les efforts/ le port de charges/ la manutention manuelle, une pour le travail de nuit, une pour le travail en hauteur. Une était sans précision.

Cinq victimes bénéficiaient d'une reconnaissance de la qualité de travailleur handicapé. Six étaient en contrat d'insertion.

MESURES DE PRÉVENTION PRÉCONISÉES PAR LES AGENTS DES CARSAT OU DÉJÀ MISES EN ŒUVRE PAR L'EMPLOYEUR

Dans 238 cas (73 %), une ou plusieurs mesures de prévention ont été préconisées. Quatre grands axes se dessinent.

● L'amélioration de la prévention des risques professionnels est mentionnée dans un dossier sur deux. Elle concerne le plus souvent la création ou la révision du document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP), l'analyse des AT et la mise en œuvre des actions de prévention en découlant. Dans un tiers des dossiers, un ou plusieurs risques professionnels ou organisations

de travail sont spécifiquement visés : risques physiques (dont le port de charges et les ambiances thermiques), RPS..., ainsi que la situation du travail isolé. Le risque cardiovasculaire est régulièrement pointé par les agents des Carsat, notamment chez les conducteurs de poids lourds, en lien avec les postures sédentaires et les horaires atypiques.

● L'amélioration de l'organisation des secours est mentionnée dans un tiers des dossiers. L'enquête portant sur les données colligées entre 2012 et 2023 avait montré de nombreuses défaillances dans l'organisation des secours : arrêt cardiorespiratoire non reconnu comme tel, retard important dans l'alerte des secours, méconnaissance du fonctionnement du défibrillateur automatisé externe (DAE)⁶. Sur la nouvelle période d'étude, 13 cas au moins révèlent des dysfonctions dans la chaîne d'alerte et de secours : appel d'un collègue non formé aux premiers secours, long délai entre la constatation du malaise et le contact des secours. Un cas de dysfonctionnement / mauvaise utilisation du DAE est rapporté. Les préconisations des agents des Carsat portent notamment sur l'établissement et la formalisation de la conduite à tenir en cas d'accident ou de malaise, la formation de sauveteurs secouristes du travail (SST) ou l'augmentation de leur effectif, ainsi que la dotation en matériel de premiers secours (dont l'acquisition d'un DAE).

● La mise en œuvre d'un accompagnement psychologique des collègues de la victime après le décès est mentionnée dans un peu moins d'un tiers des dossiers. Cependant, il est à noter que dans 50 % des cas, un accompagnement psychologique a été mis en œuvre

6. Données non publiées.

5. Le terme de mort subite cardiaque a été préféré à l'appellation mort subite de l'adulte, employée dans l'article précédent [2].

Malaises mortels au travail : analyse de la base Epicea et pistes de prévention

par l'employeur avant l'intervention de la Carsat. Divers acteurs sont mentionnés : psychologue externe consultant, plateforme téléphonique, service de prévention et de santé au travail (SPST) (médecin du travail, psychologue), SAMU, mutuelle, prévoyance, fédération professionnelle. Les modalités d'action sont également variables dans la forme (présentiel, distanciel, entretiens individuels ou collectifs, groupes de parole) et dans la durée (pouvant excéder 30 jours). Une déclaration d'AT est régulièrement faite ou préconisée pour les collègues témoins et/ou ayant porté secours.

● Le suivi de l'état de santé des travailleurs fait également l'objet de préconisations, il ne respectait pas les obligations réglementaires dans un peu plus d'un dossier sur dix.

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS ET DISCUSSION

Compte tenu du caractère rétrospectif et non exhaustif des informations colligées, il n'est pas possible de prétendre à une significativité statistique.

D'après les données de l'Assurance maladie [1], l'incidence des malaises mortels est d'environ 400 cas par an. De ce fait, 600 cas de malaises mortels étaient attendus sur les 18 mois étudiés (1^{er} septembre 2023 au 28 février 2025). Les 324 cas retenus correspondent donc à environ 53 % de ce nombre. Le délai de réalisation de l'enquête puis de sa saisie dans Epicea constitue l'explication la plus probable de ce différentiel⁷.

Les hommes constituent 88 % des victimes, avec un âge médian de 53 ans. La profession la plus

représentée est celle des conducteurs de poids lourds (15 % des victimes). Suivent les agents d'entretien et les métiers qualifiés du bâtiment (gros œuvre). La proportion des directeurs et cadres supérieurs s'élève à 8 %, en augmentation par rapport à l'étude précédente [2]. Dans la 1^{ère} comme dans la 2^e étude, environ 16 % des travailleurs décédés ont été embauchés moins de 3 mois auparavant. Les actions les plus souvent en cours sont « *faire une pause* », « *préparer, organiser* », « *utiliser, faire fonctionner, conduire* », « *se déplacer à pied* ». Il est important de noter que le terme de pause recouvre également la cessation spontanée de la tâche en cours du fait du prodrome ou la mise au repos à la demande de collègues de travail.

Au vu des symptômes et de leurs chronologies, plus de huit décès sur dix peuvent être considérés comme des MSC. Les mécanismes sous-jacents varient fortement selon l'âge [4]. Avant 35 ans, les troubles du rythme et de la conduction, souvent d'origine génétique, et les cardiomyopathies (dilatées, hypertrophiques...) prédominent. Chez les plus de 35 ans, le syndrome coronarien aigu⁸ explique 50 % des MSC. Dans les tranches d'âge supérieures, les maladies cardiovasculaires (MCV) chroniques sont les plus souvent impliquées (coronaropathies aiguës ou chroniques, valvulopathies, insuffisance cardiaque). Toutes classes d'âge confondues, les cardiopathies ischémiques sont en cause dans 70 – 80 % des MSC, les cardiomyopathies dans 15 – 20 %, et les troubles du rythme dans 5 % des cas environ. Les facteurs de risque avérés de MSC en population générale sont similaires à ceux de l'IDM : l'âge, le sexe masculin, le niveau socio-économique, l'obésité, les pathologies

métaboliques. Les troubles du sommeil apparaissent en outre comme un « *facteur émergent* » [4].

Les enquêtes étudiées ici permettent de souligner la relative rareté des signes prodromiques ou d'accompagnement, présents dans seulement un quart des cas. Toutefois, dans au moins 8 % des cas, les données rapportées n'ont pas permis de retracer les événements ayant conduit au décès. Quand des signes sont rapportés, ils sont compatibles avec la constitution de pathologies cardiovasculaires aiguës, type infarctus du myocarde (IDM), troubles du rythme cardiaque, AVC, rupture d'anévrisme, alors même que la majorité des travailleurs ne se connaissait pas de MCV préexistante. D'après la littérature scientifique, aucune MCV préalable n'est connue chez une victime de MSC sur deux [4]. Il faut par ailleurs souligner que plusieurs travailleurs ont ignoré des signes d'alerte (douleur thoracique essentiellement) dans les heures ou jours ayant précédé le malaise. Or, d'après des publications concordantes, environ la moitié des MSC est précédée de signes d'alarme intermittents, essentiellement des douleurs angineuses, dans les minutes ou heures précédant l'arrêt cardiaque [3, 5]. Hache et al. [2] ont recensé dans la littérature les FRCV d'ordre professionnel avérés : RPS, horaires atypiques, activités physiques, postures sédentaires, ambiances thermiques, bruit, rayonnements ionisants, exposition à certains produits chimiques, polyexposition bruit-froid. De façon cohérente, les sujets les plus fréquemment abordés dans les préconisations portant sur l'évaluation - prévention des malaises mortels concernent le risque cardiovasculaire, les contraintes

8. Le syndrome coronarien aigu regroupe l'angor instable et les infarctus du myocarde avec ou sans décalage du segment ST. Dans la suite de ce document, le terme infarctus du myocarde sera employé.

7. Depuis l'arrêt de l'inclusion, de nouvelles enquêtes correspondant à la période d'étude ont été saisies dans Epicea mais n'ont pas pu être prises en compte dans cet article.

physiques (manutention), les ambiances thermiques, les horaires atypiques et les RPS, auxquels s'ajoute la question du travail isolé. Ainsi, l'existence de contraintes physiques (port de charges lourdes...) est relevée dans environ une enquête sur cinq. Une méta-analyse [6] a conclu qu'au travail, une activité physique intense augmente le risque de MCV de manière équivalente à l'absence d'activité physique. La pratique d'une activité physique de loisir modérée contrebalance, *a contrario*, l'excès de risque lié à une activité physique professionnelle intense. Toujours en milieu de travail, une activité physique intense génère un risque plus important de développer des MCV qu'une activité modérée, particulièrement chez les femmes. Les auteurs insistent sur la nécessité de réduire les « *activités physiques exigeantes* », par exemple par la mécanisation du port ou du déplacement de charges, le travail en binôme...

Les salariés en travail posté (17 %) sont un peu moins représentés que dans la 1^{ère} étude (20 %) [2]. Les travailleurs de nuit comptent pour 13 % des victimes. Plus d'un malaise sur dix a lieu entre 21 h et 7 h. Toutefois, il faut tenir compte de la part de données non renseignées pour certaines variables. Enfin, les horaires atypiques sans nuit (longs, fractionnés...) n'ont pas été colligés de manière spécifique. La forte représentation de certaines professions (personnels d'entretien, aides à domicile, chauffeurs poids lourds longue distance, cadres, salariés en déplacement...) conduit à proposer à l'avenir un recueil différencié et systématique de ces informations. L'exposition au froid, rencontrée dans 10 cas, est le plus souvent en lien avec le travail en chambre froide. Le travail à la chaleur est

rapporté à sept reprises. Cette donnée est probablement sous-évaluée en raison de la présence d'une seule période estivale sur la durée de l'étude. Il est également possible que les campagnes d'information aient conduit à une meilleure évaluation et prévention des risques liés au travail à la chaleur. Il est rappelé par ailleurs que les données du régime agricole ne sont pas analysées ici.

Comme dans la première étude, les conducteurs de poids lourds constituent la profession la plus représentée. Sur un effectif de 47 chauffeurs poids lourds, 64 % avaient entre 50 et 60 ans ; 19 % sont décédés pendant une pause ou dans leur sommeil. Une douleur thoracique a été rapportée dans trois des huit prodromes les concernant. Au total, 89 % des décès ont été qualifiés de MSC. Or cette population est exposée à de multiples risques professionnels : horaires atypiques, facteurs de RPS (stress, pression horaire, manque de latitude...), postures sédentaires, port de charges..., auxquels s'adjoint un isolement impactant la prise en charge par les secours. S'ajoutent enfin les questions de l'hygiène alimentaire, des troubles métaboliques et du sommeil. Pour rappel, des actions de prévention, comme le programme « *Transportez-vous bien* »⁹, sont proposées aux salariés non cadres du transport.

Chez 8 % des travailleurs environ, le suivi en santé au travail n'est pas conforme aux exigences réglementaires.

Au total, les tendances sont globalement comparables entre les deux études en ce qui concerne la population des travailleurs (âge, sexe, emploi) et les circonstances de survenue. Le déroulement du malaise est compatible avec un diagnostic de MSC.

9. <https://www.transportezvousbien.fr/>.

Dans l'étude précédente [2], 51 % des malaises mortels ont conduit à une ou des préconisations en termes de prévention. Ici, 238 cas (73 %) sont accompagnés d'une ou plusieurs préconisations. Cette augmentation résulte en grande partie des directives mises en place par l'Assurance maladie – Risques professionnels depuis juillet 2023. Les agents des Carsat visent les mêmes sujets que lors de l'étude précédente, mais la répartition en est différente. L'amélioration de la prévention des risques professionnels et du suivi individuel de l'état de santé sont moins fréquemment cités en proportion, alors que l'amélioration de l'organisation des secours et le soutien psychologique le sont davantage.

PISTES D'ÉVOLUTION POUR LA PRÉVENTION

Chaque année en France, 40 000 à 50 000 décès sont imputés aux MSC. L'incidence de la MSC est estimée entre 50 et 100 pour 100 000 habitants par an en Europe. Au niveau mondial, la mortalité s'établirait aux alentours de 4 à 5 millions de personnes par an [5]. C'est donc 15 à 20 % de l'ensemble des décès qui sont attribués aux MSC [7], justifiant un « *appel à l'action* » générale et multidisciplinaire [5].

ORGANISATION DES SECOURS ET INFORMATION

En présence d'un arrêt cardiaque, les trois éléments les plus importants dans la chaîne des secours sont : reconnaître immédiatement l'arrêt cardiaque pour appeler ou faire appeler les services de secours au plus vite, réaliser correctement la réanimation cardiopulmonaire (RCP), utiliser précocement un défibrillateur [5, 8]. En effet, la pratique d'une RCP, même par un témoin non sauveteur,

Malaises mortels au travail : analyse de la base Epicea et pistes de prévention

augmente le taux de survie [9]. De même, l'utilisation d'un DAE, fût-ce par un témoin non formé, multiplie par deux les chances de survie tout en diminuant le risque de séquelles [10]. En effet, dans la plupart des cas, le décès est provoqué par un trouble du rythme ventriculaire, même si l'atteinte cardiaque initiale est ischémique. En l'absence d'actions immédiates et adaptées, environ un seul patient sur dix survit [5]. En 2025, l'*European Resuscitation Council* (ERC) a modifié ses directives [8]¹⁰ : dès constatation d'un trouble de la conscience, l'alerte aux secours prime et le primo-répondant des services d'urgence guide le témoin dans l'évaluation de la situation, la réalisation de la RCP et l'emploi d'un DAE le cas échéant. L'ERC insiste sur le caractère fondamental des gestes de premiers secours de base (*basic life support*), rejoignant en cela le concept de premier intervenant ou de citoyen sauveur, plutôt que témoin. À ce titre, l'ERC soutient le recours à des applications permettant l'alerte de citoyens sauveteurs volontaires géolocalisés par rapport au lieu de survenue du malaise.

Le rôle des SST est ainsi central en termes d'évaluation, de bilan aux services d'urgence et de gestes de premiers secours. Les obligations des employeurs en matière de formation aux premiers secours font l'objet d'un focus juridique de l'INRS [11]. Une formation ou une sensibilisation sont fondamentales, tout travailleur pouvant être amené à être le premier témoin d'un malaise. L'organisation des secours et l'identité des SST doivent être connues de tous et ces informations doivent être facilement accessibles. L'emplacement du ou des DAE doit être connu et signalé [12, 13, 14]. À défaut, et

11. <https://www.data.gouv.fr/datasets/geodae-base-nationale-des-defibrillateurs-occupation/d'activites-professionnelles>.

10. En attente d'implémentation dans les référentiels français de SST.

notamment à l'occasion de déplacements, la consultation de la base nationale des défibrillateurs Geo'DAE¹¹ et/ou d'applications permettant de géolocaliser les DAE (voire des citoyens sauveteurs à proximité), permet de pallier cette difficulté. Suite à ces AT mortels, quelques entreprises envisagent d'équiper de leur flotte de véhicules professionnels. Une vigilance particulière est nécessaire dans la communication des informations concernant l'organisation interne des secours aux entreprises intervenantes.

L'appel aux services de secours est à privilégier au moindre doute et, en tout état de cause, de façon systématique en présence de signes de gravité immédiate (douleur thoracique, dyspnée, déficit neurologique...). La proportion de travailleurs ne présentant pas de signes évocateurs de pathologie grave, alors même que leur pronostic vital est engagé, rend indispensable

la surveillance de la personne. La mise à l'écart doit être proscrite.

En l'absence d'infirmiers ou s'ils ne peuvent pas être présents de façon permanente, l'article R. 4224-16 du Code du travail prévoit que le médecin du travail doit donner son avis sur l'organisation des secours qui doit inclure notamment la conduite à tenir face à un trouble du comportement [15].

Afin d'assurer l'information des travailleurs, les agents des Carsat proposent le déploiement d'outils digitaux (modules de sensibilisation sur application, passeport digital...). Et afin de s'assurer de l'assimilation de ces informations, ils suggèrent l'instauration d'indicateurs mesurant leur taux d'utilisation, de tests d'évaluation des connaissances...

L'encadré 2 reprend certaines des préconisations adressées aux entreprises par les agents des Carsat sur le sujet de l'organisation des secours.

↓ Encadré 2

➤ PRÉCONISATIONS DES AGENTS DES CARSAT SUR L'ORGANISATION DES SECOURS

Au vu des accidents analysés, les agents des Carsat insistent sur les points suivants :

- mettre en place une organisation pour qu'à tout moment de la journée il y ait un nombre suffisant de salariés sauveteurs secouristes du travail (SST) dans les locaux. Les SST doivent aussi pouvoir être pris en charge s'ils sont victimes d'un accident ou d'un malaise ;
- s'assurer qu'à tout moment l'appel aux secours est possible depuis des postes identifiés, accessibles et uniformément répartis sur l'ensemble du site ;
- à l'occasion de la présentation du plan de prévention, redonner les consignes relatives à l'organisation des secours, notamment l'appel systématique des SST en cas d'incident, même sans lésion grave ;
- afficher les numéros d'urgence internes et externes sur l'ensemble des structures occupées par les entreprises sous-traitantes (préfabriqués...) ;
- vérifier les informations données aux sous-traitants sur l'organisation des secours sur le site client ;
- établir une procédure relative à la conduite à tenir en cas d'urgence (blessure, malaise...), qui doit être portée à la connaissance du personnel et rester facilement accessible (affichage par exemple) ;
- sensibiliser l'ensemble du personnel aux gestes de base de secourisme.

TRAVAILLEUR SEUL, TRAVAIL ISOLÉ

Dans cette étude, plus de sept travailleurs sur dix étaient seuls lors du malaise, du fait de leur activité en cours mais également suite à leur mise au repos et à l'écart lors de l'apparition de signes prodromiques.

Sur l'ensemble de l'effectif, 17 % des salariés peuvent être considérés comme des travailleurs isolés. Quand le travail isolé ne peut pas être évité, une organisation spécifique doit être mise en place pour assurer la sécurité des travailleurs concernés. Un dispositif d'alerte est indispensable et son fonctionnement, connu des travailleurs, doit être régulièrement vérifié [16]. À côté du traditionnel dispositif d'alarme pour travailleurs isolés (DATI), il existe maintenant des applications de protection du travailleur isolé (PTI) pour téléphones mobiles ainsi que de nombreux autres dispositifs tels que des bagues connectées comportant une fonction électrocardiogramme (ECG), des montres connectées mesurant de multiples variables biométriques (fréquences cardiaque et respiratoire, saturation artérielle en oxygène, activité, position du corps...). Divers dispositifs de détection, munis en outre de bouton d'alerte, sont conçus pour appeler automatiquement les services d'urgence en cas de chute ou d'immobilité prolongée. Pour les conducteurs de poids lourds, l'encadré 3 présente des préconisations pertinentes portant également sur l'organisation des secours.

Il est impératif d'avoir anticipé l'organisation des secours, notamment concernant la disponibilité des personnes-contacts, au cas où un DATI se déclenche. En effet, l'arrivée tardive d'un tiers pour la

levée de doute obère les chances de survie.

PLACE DU SERVICE DE PRÉVENTION ET DE SANTÉ AU TRAVAIL

Alors même qu'un sujet sur deux ne se connaît aucun antécédent cardiovasculaire, 70 % des MSC environ sont liés à une cardiopathie ischémique. De fait, prévenir les MCV de façon générale permet de réduire le risque de MSC [3, 5]. Or certains FRCV peuvent être créés ou aggravés par l'activité professionnelle et/ou engendrer un risque pour la sécurité. Sur ces enjeux, le médecin du travail a un rôle de conseil vis-à-vis de l'employeur et des salariés.

SUIVI INDIVIDUEL DE L'ÉTAT DE SANTÉ DU TRAVAILLEUR

Des actions individuelles de prévention et d'information sur les FRCV professionnels peuvent être conduites à l'occasion de chaque visite. Leur contenu doit être adapté notamment à l'âge et à l'ensemble des facteurs de risque du travailleur.

L'entretien donne lieu à la recherche de signes fonctionnels, notamment de la lignée cardiovasculaire, de symptômes évocateurs de syndrome d'apnée du sommeil [17]... Les pratiques addictives, dont le tabagisme, l'hygiène de vie (alimentation, sommeil, activité physique...) sont également à aborder. L'entretien permet d'attirer l'attention sur les signes d'alerte ou de gravité (douleur thoracique, déficit neurologique, dyspnée...) (cf. page suivante « Visite de mi-carrière »).

L'examen clinique comprend la mesure de la fréquence cardiaque (FC), de la pression artérielle (PA), le calcul de l'indice de masse corporelle (IMC), du rapport taille/hanches¹²... La bandelette urinaire

12. Pour la technique de mesure (tour de taille et de hanches), le lecteur peut se référer aux bonnes pratiques établies par les Hôpitaux universitaires de Genève https://www.hug.ch/vdoc/HUG_000001225.pdf

↓ Encadré 3

> PRÉCONISATIONS DES AGENTS DES CARSAT AU BÉNÉFICE DES CHAUFFEURS DE POIDS LOURDS

● Moyens d'appel

- boutons d'appel d'urgence embarqués;
- smartphones avec l'application « alerte d'urgence » permettant d'alerter facilement et rapidement une personne ou les secours les plus proches en cas de situation d'urgence (malaise, agression...). Présenter à l'ensemble des salariés le mode d'emploi (qui sera facilement accessible) pour utiliser l'application.

● Organisation

- préciser l'organisation destinée à s'assurer que tous les conducteurs ont pris la route, notamment:
 - les personnes en charge de ces vérifications,
 - les moyens utilisés (outil de géolocalisation, plannings de déplacement...),
 - les horaires de ces vérifications (début de journée, après les pauses repas...);
- mettre en place une organisation visant à contacter les conducteurs n'ayant pas pris la route : personnes à proximité pouvant leur apporter assistance et/ou prévenir les secours. Cette procédure devra être portée à la connaissance du personnel et facilement accessible (affichage par exemple);
- établir et formaliser la procédure d'alerte en cas d'immobilité anormale d'un poids-lourd;
- mettre en place une liste de contrôle destinée à l'astreinte téléphonique afin que soient posées les questions pertinentes pour déterminer les moyens de secours les plus adaptés.

Malaises mortels au travail : analyse de la base Epicea et pistes de prévention

peut aider au dépistage d'un diabète ou d'une maladie rénale chronique, qui constituent également des FRCV.

En fonction des conclusions de la visite, des FRCV professionnels en présence [2] et de leur association éventuelle, un bilan cardiovasculaire peut être demandé par le médecin du travail.

VISITE DE MI-CARRIÈRE

Eu égard à l'âge médian des victimes et à la durée nécessaire à la constitution de lésions, la visite de mi-carrière paraît un cadre adapté à l'évaluation du risque cardiovasculaire des travailleurs. Une telle action se justifie par l'existence d'atteintes infracliniques pré-existantes à la MSC (par exemple cicatrice d'IDM chez 40 % des victimes d'après des données autopsiques) et dont la personne n'a pas connaissance, mais possible-ment diagnosticables à partir d'un ECG [5]. Par ailleurs, près d'un hypertendu sur deux méconnaît son hypertension artérielle (HTA), près d'un diabétique sur cinq son diabète [18].

La question se pose des critères de choix des travailleurs chez qui effectuer cette évaluation du risque cardiovasculaire. Au vu de l'étude présentée, les conducteurs, les cadres, les travailleurs affectés à des postes de sécurité, ceux exposés à un cumul de risques professionnels pourraient être des populations pertinentes. Le repérage peut être également réfléchi en tenant compte des disparités régionales dans la prévalence des cardiopathies ischémiques [19].

En santé au travail, certains examens de pratique facile peuvent être proposés, bien que la pratique d'une bandelette urinaire ou d'une glycémie capillaire ne fasse pas consensus. Le score cardiologique

13. Un calculateur (en anglais) est accessible sur la page de l'European Association of Preventive Cardiology <https://heartscore.escardio.org/Calculate/quickcalculator.aspx?model=low>.

global SCORE2 (*Systemic Coronary Risk Estimation*)¹³ est un algorithme validé de prédiction du risque absolu à 10 ans de premier événement cardiovasculaire chez un individu sans antécédent. Il est fonction du sexe, de l'âge (applicable de 40 à 65 ans), du statut tabagique, de la pression artérielle systolique. Il nécessite de connaître la glycémie et le HDL-cholestérol [20].

Plusieurs auteurs proposent la recherche de facteurs prédictifs de MSC. Divers raisonnements coexistent pour la mise au point de score de risque de MSC en population générale (c'est-à-dire indemne de MCV connue). De nombreux auteurs se basent sur des cohortes puis testent leurs résultats sur une population de validation. Bogle et al. ont proposé comme facteurs prédictifs de MSC à 10 ans : l'âge, le sexe, le tabagisme, la pression artérielle, l'IMC, le diabète, le cholestérol total, la prise de traitement anti-hypertenseur et hypolipémiant [21]. Pour Hess et al., la présence d'un syndrome métabolique augmente le risque de MSC proportionnellement au nombre de paramètres positifs. Trois items sont même associés de façon indépendante à la MSC : l'HTA, le niveau de HDL-cholestérol, l'hyperglycémie [22]. L'obésité couplée au périmètre abdominal (indispensable au diagnostic) et la triglycéridémie constituent les deux autres facteurs. Pour Everett et al., plusieurs marqueurs sériques sont associés à la MSC en population générale : cholestérol, troponine I, NT-proBNP et CRP [23].

Plusieurs équipes ont attribué un caractère prédictif de MSC à divers aspects électrocardiographiques combinés. Partant du caractère plurifactoriel de la MSC, Aro et al. ont déterminé six paramètres

électrocardiographiques répartis sur l'ensemble du cycle électrique du cœur. Ceux-ci seraient prédictifs de MSC dès lors que quatre ou plus sont positifs. Une FC supérieure à 75 par minute et un allongement de l'intervalle QT corrigé pourraient être le reflet d'une dysautonomie cardiaque à même de favoriser des troubles du rythme [24]. Holkeri et al. ont proposé cinq marqueurs électrocardiographiques qui seraient adaptés au repérage de sujets à haut risque, la positivité de trois d'entre eux signant un risque dix fois supérieur de présenter une MSC [7]. Ha et al. ont retenu une approche intégrée, associant des biomarqueurs sériques, reflets des divers mécanismes physiopathologiques impliqués dans les MCV (inflammation, lésions myocardiques, dyslipidémie, hyperglycémie...), à de multiples patterns électrocardiographiques pour chaque item analysé : FC au repos et à l'effort, onde T (anomalie de la repolarisation et risque d'arythmie ventriculaire), complexe QRS (cicatrice myocardique ou troubles de la conduction), segment ST pendant et après effort, variabilité de la FC (dysautonomie). Le risque individuel serait augmenté de 10 – 20 % pour chaque item positif [17].

Quantifier le risque individuel de développer une coronaropathie à l'aide de scores et mettre en place les mesures de prévention *ad hoc* est l'approche reconnue comme la plus efficace pour limiter le risque de MSC. Si les auteurs pointent l'efficacité de la combinaison des marqueurs proposés pour identifier les sujets à haut risque, ils n'ont toutefois pas la preuve que l'emploi de scores permettra une réduction de la mortalité par MSC en population générale [7, 25].

Le faible niveau de risque absolu

de MSC (0,03 à 0,1%) est un obstacle majeur à la pratique d'un dépistage à grande échelle. Recourir à plusieurs marqueurs est utile pour stratifier ce risque, mais le niveau de prédiction individuelle reste limité par la faiblesse du risque absolu de base [5].

Les différents auteurs s'accordent néanmoins sur l'intérêt de poursuivre la recherche de scores multiparamétriques prédictifs de MSC. En effet, l'analyse de big data, par exemple à partir de plateforme collaborative, et le *machine learning* permettront plus d'exactitude dans la reconnaissance de patterns prédictifs et l'identification de sous-groupes d'individus à haut risque [17]. Martinez-Sellés et al. soulignent d'ailleurs que les algorithmes de l'IA peuvent d'ores et déjà aider le clinicien dans la détection d'anomalies (rythme, pathologies structurelles et fonctionnelles) et la prédiction du niveau de risque de survenue de diverses MCV [26].

En conclusion, il est nécessaire d'adresser le travailleur à un cardiologue au moindre doute.

INFORMATION DU TRAVAILLEUR

Outre les échanges lors du suivi individuel de l'état de santé, l'information peut être délivrée de façon collective et porter sur la gestion des situations d'urgence. Peuvent notamment être abordés :

- la nécessité de connaître l'organisation des secours, et notamment l'identité et les moyens de contact des SST, l'emplacement du ou des DAE le cas échéant ;
- la sensibilisation au rôle de premier témoin, à savoir reconnaître les signes d'un arrêt cardiorespiratoire et alerter efficacement les secours ;
- les signes imposant un appel immédiat aux services de secours ;

- les alertes : Marijon et al. ont noté que la moitié des victimes avait présenté une douleur thoracique, une dyspnée... dans les quatre semaines avant le décès. Chez 93 % de ces sujets symptomatiques, une récurrence a eu lieu 24 heures avant le décès [27]. L'appel des secours à ce stade améliore les chances de survie, jusqu'à les multiplier par sept [4] ;

- la possibilité de demander une formation de SST. L'ERC, l'Académie nationale de médecine [28]... plaident pour que tout un chacun ait *a minima* des connaissances de base sur la RCP et le DAE ;

- les risques associés au travail isolé et les moyens de les prévenir (cf. « *Travailleur seul, travail isolé* » page 23) ;

- les risques professionnels et leurs effets sur les MCV, plus largement que sur les seules MSC : postures sédentaires, activité physique, horaires atypiques et leurs conséquences notamment sur l'hygiène alimentaire, les troubles métaboliques, le sommeil...

CONCLUSION

À la suite d'une 1^{re} étude reprenant les descriptions des AT mortels survenus entre 2012 et 2023 et saisies dans la base Epicea, 324 cas supplémentaires de malaises mortels, identifiés entre le 1^{er} septembre 2023 et le 28 février 2025, ont été analysés afin de dégager des tendances utiles à l'amélioration de la prévention des malaises mortels. Les victimes sont en grande majorité des hommes, de 53 ans d'âge médian au décès. Les emplois les plus fréquemment rencontrés sont les conducteurs de poids lourds, les agents d'entretien et les métiers qualifiés

du bâtiment (gros œuvre). Les directeurs et cadres sont davantage représentés que dans l'étude précédente. Plusieurs risques professionnels apparaissent, comme l'activité physique, les horaires atypiques, les ambiances thermiques et les facteurs de RPS, mais également une situation de travail particulière : le travail isolé. Dans plus de 8 cas sur 10, le malaise mortel répond aux critères de définition de la MSC. Compte tenu de l'âge au décès des salariés et des connaissances sur la MSC, les cardiopathies ischémiques (infarctus du myocarde) sont la première étiologie à évoquer.

Les agents des Carsat concluent dans plus de la moitié des cas à la nécessité d'améliorer l'organisation des secours (alerte par le premier témoin, manœuvres de RCP, emploi d'un DAE) et la prévention des risques professionnels, notamment de ceux impliqués dans la constitution de MCV (horaires atypiques, facteurs de RPS, contraintes physiques...).

À ce titre, les SPST ont un rôle à jouer dans le repérage et l'information, qu'elle soit individuelle ou collective. La visite de mi-carrière peut constituer un cadre adapté pour une action renforcée en raison de l'épidémiologie de la MSC. Outre l'interrogatoire et l'examen physique, il est proposé de faire passer un SCORE2. Le dosage de marqueurs sériques (bilan lipidique, glycémie, CRP, marqueurs de souffrance myocardique...) et la pratique d'un ECG sont discutés. De multiples paramètres électrocardiographiques peuvent en effet être prédictifs d'une MSC. Les impacts en termes de survie en population générale restent pour l'heure à démontrer. Néanmoins, les marqueurs prédictifs de MSC, notamment sur leurs

Malaises mortels au travail : analyse de la base Epicea et pistes de prévention

aspects électrocardiographiques, devraient pouvoir bénéficier à l'avenir des analyses de big data et du recours à l'intelligence artificielle. En tout état de cause, repérer et agir sur les FRCV permettent de prévenir tout à la fois les MSC et les MCV.

Les auteurs remercient le Pr Yolande Esquirol (CHU de Toulouse), Hervé Charton, Philippe Claudel (département Formation, INRS) et Anne-Sophie Valladeau (département Expertise et conseil technique, INRS) pour leur relecture attentive et constructive. Elles remercient très chaleureusement le Dr Philippe Hache pour avoir initié et grandement contribué à ces études et à l'élaboration de pistes de prévention.

POINTS À RETENIR

- Plus de la moitié des accidents de travail mortels sont des malaises mortels (c'est-à-dire sans cause externe identifiée).
- Les victimes sont majoritairement des hommes, dans la cinquantaine.
- Les emplois les plus représentés sont les conducteurs de poids lourds, les directeurs et cadres, les agents d'entretien et les ouvriers qualifiés du bâtiment (gros œuvre).
- Plus de 80 % des malaises mortels répondent à la définition de la mort subite cardiaque (MSC) dont l'étiologie principale est l'infarctus du myocarde.
- Aucun signe n'est présent dans plus de 7 cas sur 10, les signes de gravité initiale sont rares.
- Le rôle du premier témoin est fondamental dans la chaîne de secours.
- La visite de mi-carrière peut être l'occasion d'évaluer le risque cardiovasculaire à l'aide de scores, de biomarqueurs sériques et/ou électrocardiographiques.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Rapport annuel 2024 de l'Assurance maladie – Risques professionnels. Assurance Maladie Risques professionnels, 2025 (<https://www.assurance-maladie.ameli.fr/etudes-et-donnees/etudes-publications/assurance-maladie-risques-professionnels/rapport-annuel-assurance-maladie-risques-professionnels>).
- 2 | HACHE P, PECKET S, TISSOT C - Malaises mortels au travail : apports de la base Epicea. *Vu du terrain TF* 321. *Réf Santé Trav*. 2024; 180 : 41-54.
- 3 | ANYS S, MARIJON E, JOUVEN X - La mort subite de l'adulte : les 10 ans du Centre d'Expertise Mort Subite (CEMS) de Paris. *Arch Mal Cœur Vaiss Pratique*. 2022; 308 : 3-10.
- 4 | TFELT-HANSEN J, GARCIA R, ALBERT C, MERINO J ET AL. - Risk stratification of sudden cardiac death: a review. *Europace*. 2023; 25 (8): euad203.

- 5 | MARIJON E, NARAYANAN K, SMITH K, BARRA S ET AL. - The Lancet Commission to reduce the global burden of sudden cardiac death: a call for multidisciplinary action. *Lancet*. 2023; 402 (10405): 883-936.
- 6 | FERNANDEZ A, FERRIERES J, ESQUIROL Y - High occupational physical activity and its combined effect with leisure-time physical activity on cardiovascular disease and mortality: systematic reviews and meta-analyses. *Occup Environ Med*. 2025; 82 (4): 199-210.
- 7 | HOLKERI A, ERANTI A, HAUKILAHTI MAE, KEROLA T ET AL. - Predicting sudden cardiac death in a general population using an electrocardiographic risk score. *Heart*. 2020; 106 (6): 427-33.
- 8 | GREIF R, LAURIDSEN KG, DJÄRV T, EK JE ET AL. - European Resuscitation Council Guidelines 2025

- Executive Summary. *Resuscitation*. 2025; 215 (Suppl 1): 110770.
- 9 | YAN S, GAN Y, JIANG N, WANG R ET AL. - The global survival rate among adult out-of-hospital cardiac arrest patients who received cardiopulmonary resuscitation: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2020; 24 (1): 61.
- 10 | POLLACK RA, BROWN SP, REA T, AUFDERHEIDE T ET AL. - Impact of Bystander Automated External Defibrillator Use on Survival and Functional Outcomes in Shockable Observed Public Cardiac Arrests. *Circulation*. 2018; 137 (20): 2104-13.
- 11 | Quelles sont les obligations de l'employeur en matière de formation aux premiers secours? Focus juridique. INRS, 2019 (<https://www.inrs.fr/publications/juridique/focus-juridiques/focus-formation-premier-secours.html>).

BIBLIOGRAPHIE (suite)

- 12 | Mise à disposition d'un défibrillateur en entreprise : quelles obligations ? Focus juridique. INRS, 2022 (<https://www.inrs.fr/publications/juridique/focus-juridiques/focus-juridique-defibrillateur-entreprise.html>).
- 13 | Défibrillateurs automatisés externes. Dossier thématique. Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM), 2025 (<https://ansm.sante.fr/dossiers-thematiques/defibrillateurs-cardiaques-externes>).
- 14 | Décret n° 2025-1167 du 5 décembre 2025 relatif à l'obligation d'équipement des établissements recevant du public d'un défibrillateur automatisé externe. In: Légifrance. Premier Ministre, Ministère chargé de la santé, 2025 (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000052993669>).
- 15 | HACHE P, CHEVILLARD F - Quelle conduite à tenir face à un trouble de comportement au travail ? Vos questions / nos réponses QR 141. *Réf Santé Trav.* 2019 ; 159 ; 146-48.
- 16 | BERTRAND P, BUCHWEILLER JP, HACHE P, MARC J ET AL. - Travail isolé. Pour une démarche globale de prévention. Édition INRS ED 6288. Paris : INRS ; 2017 : 36 p.
- 17 | HA ACT, DOUMOURAS BS, WANG CN, TRANMER J ET AL. - Prediction of Sudden Cardiac Arrest in the General Population: Review of Traditional and Emerging Risk Factors. *Can J Cardiol.* 2022 ; 38 (4) : 465-78.
- 18 | SEMAILLE C - Éditorial. Santé cardiovasculaire, de nombreux défis à relever. *Bull Épidémiol Hebd.* 2025 ; hors-série mars 2025 : 2-3.
- 19 | GRAVE C, GABET A, DANCHIN N, ILIOU MC ET AL. - Épidémiologie des cardiopathies ischémiques en France. *Bull Épidémiol Hebd.* 2025 ; HS : 6-22.
- 20 | PIEPOLI MF, HOES AW, AGEWALL S, ALBUS C ET AL. - 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur Heart J.* 2016 ; 37 (29) : 2315-81.
- 21 | BOGLE BM, NING H, GOLDBERGER JJ, MEHROTRA S ET AL. - A Simple Community-Based Risk-Prediction Score for Sudden Cardiac Death. *Am J Med.* 2018 ; 131 (5) : 532-39.
- 22 | HESS PL, AL, KHALIDI HR, FRIEDMAN DJ, MULDER H ET AL. - The Metabolic Syndrome and Risk of Sudden Cardiac Death: The Atherosclerosis Risk in Communities Study. *J Am Heart Assoc.* 2017 ; 6 (8) : e006103.
- 23 | EVERETT BM, MOORTHY MV, TIKKANEN JT, COOK NR ET AL. - Markers of Myocardial Stress, Myocardial Injury, and Subclinical Inflammation and the Risk of Sudden Death. *Circulation.* 2020 ; 142 (12) : 1148-58.
- 24 | ARO AL, REINIER K, RUSINARU C, UY-EVANADO A ET AL. - Electrical risk score beyond the left ventricular ejection fraction: prediction of sudden cardiac death in the Oregon Sudden Unexpected Death Study and the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Eur Heart J.* 2017 ; 38 (40) : 3017-25.
- 25 | ZEPPENFELD K, TFELT-HANSEN J, DE RIVA M, WINKEL BG ET AL. - 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *Eur Heart J.* 2022 ; 43 (40) : 3997-4126.
- 26 | MARTÍNEZ-SELLÉS M, MARINA-BREYSSE M - Current and Future Use of Artificial Intelligence in Electrocardiography. *J Cardiovasc Dev Dis.* 2023 ; 10 (4) : 175.
- 27 | MARIJON E, UY-EVANADO A, DUMAS F, KARAM N ET AL. - Warning Symptoms Are Associated With Survival From Sudden Cardiac Arrest. *Ann Intern Med.* 2016 ; 164 (1) : 23-29.
- 28 | ALIOT É, AMMIRATI C, CARLI P, CASSAN P ET AL. - Arrêt cardiaque subit : pour une meilleure éducation du public. Rapport 18-10, séance du 2 octobre 2018. *Bull Acad Natl Méd.* 2018 ; 202 (7) : 1341-53.

L'INRS RECRUTE

DES MÉDECINS CONSEILLERS
EN SANTÉ AU TRAVAIL



REJOIGNEZ- NOUS !



VOIR L'OFFRE

SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL

Usure professionnelle de salariés suivis à l'ACMS* en 2024

AUTEURS :

H. Attali, R. Codron, P.Y. Montéléon, V. Mora, I. Mouchetrou Njoya, M. Noyé, O. Semoun, C. Wargon, C. Zind, ACMS

* Association interprofessionnelle des centres médicaux et sociaux de santé au travail de la région Île-de-France (ACMS)

EN RÉSUMÉ

Cet article présente les résultats d'une étude descriptive transversale sur la perception des salariés de leur usure professionnelle, leurs stratégies de protection et leur perspective professionnelle. L'analyse de 2 121 questionnaires montre notamment que 16 % des salariés déclarent leur travail actuel usant à la fois sur les plans physique, mental et relationnel. La perception d'un mauvais état de santé et de l'impossibilité de se maintenir à son poste plus de 5 ans témoignent d'une usure professionnelle installée. Ces résultats indiquent l'importance d'une action préventive globale et participative, impliquant les employeurs, les salariés et les acteurs de la prévention dont les services de prévention et de santé au travail interentreprises (SPSTI).

MOTS CLÉS

Vieillessement / Surveillance médicale / Suivi médical

La prévention de l'usure au travail est un axe essentiel des 3^e et 4^e plans nationaux de santé au travail (2016-2020 et 2021-2025) [1,2] et est intégrée aux missions décrites dans le projet de service de l'Association interprofessionnelle des centres médicaux et sociaux de santé au travail de la région Île-de-France (ACMS) [3]. Selon la définition de l'Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (Anact), l'usure professionnelle est un processus d'altération de la santé dans une ou plusieurs de ses dimensions (physique, psychologique et psychique, sociale) qui s'inscrit dans la durée. Elle s'installe dans le temps plus ou moins rapidement et dépend du parcours professionnel de chacun suivant les expositions à diverses contraintes et risques, à des niveaux plus ou moins élevés [4,5]. Selon le 3^e plan national de santé au travail, l'usure résulte d'un processus d'altération de la santé au travail qui se traduit par une accélération du vieillissement de la personne [1]. De plus, l'omniprésence du sujet de l'usure

professionnelle, à la fois lors du suivi individuel de l'état de santé des salariés et lors des actions en milieu de travail, a été constaté par les équipes de l'ACMS. Cela a conduit le service de prévention et de santé au travail interentreprises (SPSTI) à s'interroger sur les caractéristiques des salariés concernés. L'étude présentée avait ainsi pour objectif d'estimer le nombre de salariés déclarant une usure professionnelle, de caractériser cette dernière et d'en rechercher les causes identifiées par les salariés et leurs perspectives professionnelles.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Une enquête transversale, descriptive et analytique a été réalisée. Les données ont été recueillies via un auto-questionnaire élaboré pour cette étude et mis à la disposition des salariés suivis à l'ACMS (annexe 1). Du 5 février au 27 mai 2024, tout salarié se présentant à l'ACMS lors des visites et entretiens avec le médecin du travail, le collaborateur médecin,

Usure professionnelle de salariés suivis à l'ACMS en 2024

l'infirmier en santé au travail ou l'assistant de service social pouvait accéder à l'auto-questionnaire grâce à un QR code ou en version papier. Les questionnaires pour lesquels l'âge du salarié ou l'âge du premier emploi était inconnu et ceux complétés lors d'une visite d'information et de prévention initiale ou d'une visite d'aptitude pour le premier emploi n'ont pas été inclus.

Cet auto-questionnaire était complété de façon anonyme après recueil du consentement libre et éclairé des participants. Le questionnaire en ligne n'utilisait que des cookies de session nécessaires à son fonctionnement, qui expiraient à l'issue de la session.

Les éléments recueillis portaient notamment sur :

- les caractéristiques sociodémographiques de l'échantillon;
- le vécu de situations usantes/difficiles dans le travail sur le plan physique, mental/psychique et relationnel au poste actuel ou à un poste antérieur;
- la conciliation entre vie professionnelle et vie personnelle;
- l'état de santé physique et psychique et son lien subjectif avec les conditions de travail actuelles et passées;
- le soutien social;
- le développement de stratégies personnelles pour faire son travail;
- les difficultés à tenir physiquement ou psychologiquement le travail.

La variable « âge » a été répartie en 5 classes pour les analyses.

L'ancienneté au travail est une variable qui a été recalculée en prenant en compte l'âge actuel et l'âge du début de carrière professionnelle, sans tenir compte des éventuelles interruptions d'activité professionnelle.

Des échelles visuelles analogiques

(EVA) avec recodage de 0 à 10 ont été utilisées pour l'autoévaluation des répercussions du travail sur la vie personnelle, de l'état de santé physique et de l'état de santé psychique.

Ont été considérés comme :

- ayant des répercussions positives du travail sur la vie personnelle, ceux qui ont positionné le curseur sur la moitié droite de l'EVA (😊);
- ayant des répercussions négatives du travail sur la vie personnelle, ceux qui ont positionné le curseur sur la moitié gauche de l'EVA (😞);
- n'ayant aucune répercussion du travail sur la vie personnelle, ceux ayant laissé le curseur au milieu de l'EVA.

Ont été considérés comme :

- se sentant plutôt physiquement bien, ceux qui ont positionné le curseur sur la moitié droite de l'EVA (👍);
- se sentant plutôt physiquement mal, ceux qui ont positionné le curseur sur la moitié gauche de l'EVA (👎);
- se sentant physiquement ni bien ni mal, ceux ayant laissé le curseur au milieu de l'EVA.

Ont été considérés comme :

- se sentant plutôt psychologiquement bien, ceux qui ont positionné le curseur sur la moitié droite de l'EVA (😊);
- se sentant plutôt psychologiquement mal, ceux qui ont positionné le curseur sur la moitié gauche de l'EVA (😞);
- se sentant psychologiquement ni bien ni mal, ceux ayant laissé le curseur au milieu de l'EVA.

L'étude quantitative a consisté en une analyse bivariée entre chaque

variable recueillie et les situations usantes/difficiles physiques, psychiques/mentales et relationnelles (test du Khi-2 pour les variables catégorielles/qualitatives et test T de Student pour les variables quantitatives/continues). Les variables dont l'analyse bivariée montrait un lien significatif ($p < 0,05$) ont fait l'objet d'une analyse par régressions logistiques (RL). Seuls les résultats statistiquement significatifs sont présentés dans l'article. Les commentaires libres des salariés (dernière question de l'auto-questionnaire) ont été regroupés selon leurs thèmes respectifs.

RÉSULTATS

DESCRIPTION DES DONNÉES (tableau I)

Parmi les 2 244 questionnaires complétés, 2 121 questionnaires étaient exploitables.

Le sex ratio était de 1,1 femme pour 1 homme. L'âge était en moyenne de 40 ans (+/- 12 ans) avec une amplitude allant de 18 à 70 ans, une médiane à 39 ans et un mode à 28 ans. L'âge de début d'activité était en moyenne de 21 ans (+/- 4 ans). L'ancienneté au travail calculée était de 19 ans en moyenne. Ce n'était pas le premier emploi occupé pour plus de 92 % des répondants. Ils étaient majoritairement en contrat à durée indéterminée - CDI (90 %), employés ou cadres (81 %). Les agents de maîtrise (11 %) et ouvriers (7 %) étaient moins représentés. Les motifs de visites étaient 40 % de périodiques et 30 % d'embauches. Les secteurs tertiaires et services sont majoritaires mais l'échantillon comprend tous types d'activités. Plus de 41 % des salariés ont déclaré avoir une fonction d'encadrement ou de

Suite page 37

↓ **Tableau I**

➤ **DESCRIPTION DES DONNÉES**

Motif de visite	N	%
Périodique	837	39,6
Embauche	642	30,3
Autre	636	30,1
Total	2 115	100,0
Pas de réponse	6	
Genre	N	%
Une femme	1 110	52,3
Un homme	1 011	47,7
Âge N=2121	Ans	
Moyenne	39,86	
Écart-type	11,66	
Médiane	39,0	
Mode	28	
Minimum	18	
Maximum	70	
Répartition en classes d'âge	N	%
Moins de 26 ans	244	11,5
De 26 à 35 ans	573	27,0
De 36 à 45 ans	537	25,3
De 46 à 55 ans	522	24,6
56 ans et plus	245	11,6
Total	2 121	100,0
Âge de début d'activité professionnelle N=2 121	Ans	
Moyenne	20,79	
Écart-type	3,84	
Médiane	20,0	
Mode	18	
Minimum	14	
Maximum	50	
Répartition en classes de l'âge du début d'activité professionnelle	N	%
Moins de 18 ans	324	15,3
De 18 à 21 ans	966	45,5
De 22 à 25 ans	658	31,0
Plus de 25 ans	173	8,2
Total	2 121	100,0

■ ■ ■

Usure professionnelle de salariés suivis à l'ACMS en 2024

↓ Tableau I (suite)

Ancienneté au travail (N=2 121)	Années	
Moyenne	19,07	
Écart-type	11,86	
Médiane	18	
Mode	4	
Minimum	1	
Maximum	56	
Secteur d'activité	N	%
Activité tertiaire (administratif, informatique...)	789	37,2
Activité de services (hôtellerie, santé, gardiennage, ménage, garage...)	498	23,5
Commerces (alimentaires, non alimentaires)	331	15,6
Industrie, métallurgie, chimie...	220	10,4
Transports/logistique	165	7,8
BTP	102	4,8
Autre	16	0,7
Total	2 121	100,0
Type de contrat	N	%
Contrat de travail à durée indéterminée (CDI) ou fonctionnaire	1 900	89,6
Contrat à durée déterminée (CDD)	116	5,5
Autres (alternant, apprenti, saisonnier...)	78	3,7
Intérim	27	1,3
Total	2 121	100,0
Catégorie socio-professionnelle	N	%
Employé	914	43,1
Cadre	811	38,2
Agent de maîtrise	239	11,3
Ouvrier	140	6,6
Autre	17	0,8
Total	2 121	100,0
Premier emploi	N	%
Non	1 956	92,5
Oui	158	7,5
Total	2 114	100,0
Pas de réponse	7	
Devez-vous habituellement encadrer, manager ou former des collaborateurs ?	N	%
Non	1 244	58,7
Oui	877	41,3
Total	2 121	100,0



↓ Tableau I (suite)

Considérez-vous que votre trajet pour aller travailler est pénible ?	N	%
Non	1 451	68,4
Oui	670	31,6
Total	2 121	100,0
Arrivez-vous à concilier votre vie personnelle et votre vie professionnelle ?	N	%
Non	482	22,7
Oui	1 639	77,3
Total	2 121	100,0
Indiquez, sur l'échelle, les répercussions de votre travail sur votre vie personnelle	Échelle visuelle analogique (EVA)	
Moyenne	5,5	
Médiane	5,1	
Répercussions positives ou négatives du travail sur la vie personnelle	N	%
😊 Positives	1 088	51,3
😞 Négatives	847	39,9
Aucune	186	8,8
Total	2 121	100,0
Dans votre travail actuel, vivez-vous régulièrement des situations que vous trouvez usantes/difficiles au niveau physique ?	N	%
Non	1 420	66,1
Oui	720	33,9
Total	2 121	100,0
Dans votre travail actuel, vivez-vous régulièrement des situations que vous trouvez usantes/difficiles au niveau mental/psychique ?	N	%
Non	960	45,3
Oui	1 161	54,7
Total	2 121	100,0
Dans votre travail actuel, vivez-vous régulièrement des situations que vous trouvez usantes/difficiles au niveau relationnel ?	N	%
Non	1 288	60,7
Oui	833	39,3
Total	2 121	100,0
Avant votre travail actuel, avez-vous régulièrement vécu des situations que vous avez trouvées usantes/difficiles au niveau physique ?	N	%
Non	1 261	64,5
Oui	695	35,5
Total	1 956	100,0
Avant votre travail actuel, avez-vous régulièrement vécu des situations que vous avez trouvées usantes/difficiles au niveau mental/psychique ?	N	%
Non	984	50,3
Oui	972	49,7
Total	1 956	100,0

■ ■ ■

Usure professionnelle de salariés suivis à l'ACMS en 2024

↓ Tableau I (suite)

Avant votre travail actuel, avez-vous régulièrement vécu des situations que vous avez trouvées usantes/difficiles au niveau relationnel ?	N	%
Non	1 240	63,4
Oui	716	36,6
Total	1 956	100,0
Actuellement, comment vous sentez-vous au niveau physique ?	EVA	
Moyenne	5,6	
Médiane	5,7	
Santé physique perçue - regroupement	N	%
👍 Plutôt physiquement bien	1 125	53,0
👎 Plutôt physiquement mal	807	38,0
Physiquement ni bien ni mal	189	9,0
Total	2 121	100,0
Plutôt physiquement mal (N = 807) : votre état de santé physique actuel est-il lié à vos conditions de travail actuelles ?	N	%
Non	286	35,4
Oui	521	64,6
Total	807	100,0
Non éligibles à la question	1 314	
Plutôt physiquement mal et ayant déclaré un précédent emploi (N = 807) : votre état de santé physique actuel est-il lié à vos conditions de travail passées ?	N	%
Non	528	65,4
Oui	279	34,6
Total	807	100,0
Non éligibles à la question	1 314	
Actuellement, comment vous sentez-vous au niveau psychique ?	EVA	
Moyenne	5,6	
Médiane	5,3	
Actuellement, comment vous sentez-vous au niveau psychique ?	N	%
😊 Plutôt psychiquement bien	1 112	52,4
😞 Plutôt psychiquement mal	802	37,8
Psychiquement ni bien ni mal	207	9,8
Total	2 121	100,0
Pour ceux qui se sont situés plutôt psychiquement mal (N=802), votre état de santé psychique actuel est-il lié à vos conditions de travail actuelles ?	N	%
Non	164	20,4
Oui	638	79,6
Total	802	100,0
Non éligibles à la question	1 319	

■■■

↓ Tableau I (suite)

Pour ceux qui se sont situés plutôt psychologiquement mal et ayant déclaré un précédent emploi (N = 802), votre état de santé psychique actuel est-il lié à vos conditions de travail passées ?	N	%
Non	559	69,7
Oui	243	30,3
Total	802	100,0
Non éligibles à la question	1 319	
Lien déclaré entre les conditions de travail passées ou actuelles et l'état de santé ; prise en compte à la fois des conditions de travail passées ou actuelles et de l'état de santé physique et/ou psychique	N	%
Lien déclaré entre les conditions de travail passées ou actuelles avec un plutôt mauvais état de santé		
Physique et psychique	445	21,0
Psychique	238	11,2
Physique	161	7,6
Pas de lien déclaré entre les conditions de travail passées ou actuelles et un plutôt mauvais état de santé physique ou psychique	708	33,4
Plutôt bonne santé physique et psychique déclarée	596	26,8
Total	2 121	100,0
Avez-vous des difficultés à tenir physiquement ou psychologiquement votre travail ?	N	%
Non	1386	65,3
Oui	735	34,7
Total	2 121	100,0
Pour ceux qui ont déclaré avoir des difficultés à tenir physiquement ou psychologiquement leur travail (N = 735) :	N	%
Avez-vous eu un ou des arrêts de travail à cause de ces difficultés ?		
Non	256	34,8
Oui	479	65,2
Total	735	100,0
Avez-vous déjà parlé de ces difficultés à l'entreprise ?		
Non	190	25,9
Oui	545	74,1
Total	735	100,0
Avez-vous parlé de ces difficultés à votre service de santé au travail ?		
Non	323	43,9
Oui	412	56,1
Total	735	100,0
Avez-vous déjà parlé de ces difficultés à votre médecin traitant ?		
Non	187	25,4
Oui	548	74,6
Total	735	100,0

■ ■ ■

Usure professionnelle de salariés suivis à l'ACMS en 2024

↓ Tableau I (suite)

Depuis que vous travaillez, l'effet du travail sur votre santé a-t-il conduit à un aménagement de poste définitif prescrit par le médecin du travail ?	N	%
Non	1 938	91,4
Oui	183	8,6
Total	2 121	100,0
Si oui, l'aménagement de poste prescrit par le médecin du travail a-t-il permis d'améliorer votre état de santé ?		
Non	124	67,8
Oui	59	32,2
Total	183	100,0
Depuis que vous travaillez, l'effet du travail sur votre santé a-t-il conduit à un changement de poste de travail/de métier ?	N	%
Non	1 859	87,6
Oui	262	12,4
Total	2 121	100,0
Si oui, le changement de poste/de métier a-t-il permis d'améliorer votre état de santé ?		
Non	60	77,1
Oui	202	22,9
Total	262	100,0
Depuis que vous travaillez, l'effet du travail sur votre santé a-t-il conduit à faire une formation ?	N	%
Non	1 921	90,6
Oui	200	9,4
Total	2 121	100,0
Si oui, la formation a-t-elle permis d'améliorer votre état de santé ?		
Non	61	30,5
Oui	139	69,5
Total	200	100,0
Depuis que vous travaillez, l'effet du travail sur votre santé a-t-il conduit à une inaptitude au poste ?	N	%
Non	2 027	95,6
Oui	94	4,4
Total	2 121	100,0
Si oui, l'inaptitude a-t-elle permis d'améliorer votre état de santé ?		
Non	37	39,4
Oui	57	60,6
Total	94	100,0
Pour effectuer votre travail, pouvez-vous compter sur l'aide de collègues ?	N	%
Non	387	18,2
Oui	1 734	81,8
Total	2 121	100,0

■■■

↓ Tableau I (suite)

Pour effectuer votre travail, pouvez-vous compter sur l'aide de la hiérarchie ?	N	%
Non	710	33,5
Oui	1 411	66,5
Total	2 121	100,0
Le tableau ci-dessous, résume l'existence d'un soutien professionnel	N	%
Collègues et hiérarchie	1 321	62,3
Collègues seul	413	19,4
Hiérarchie seul	90	4,3
Aucun	297	14,0
Total	2 121	100,0
Pour limiter l'effet du travail sur votre santé, avez-vous eu besoin de développer des astuces personnelles pour faire votre travail ?	N	%
Non	1 001	47,2
Oui	1 120	52,8
Total	2 121	100,0
En prenant en compte votre état de santé et vos conditions de travail actuels, pensez-vous que vous pourrez continuer votre travail dans les mêmes conditions ?	N	%
Moins de 2 ans	563	26,5
Encore 2 à 5 ans	533	25,1
Encore 5 à 10 ans	377	17,8
Encore 10 ans et plus	648	30,6
Total	2 121	100,0

formation. Environ un tiers des salariés jugeait son trajet pénible. Presque un quart des participants ne pouvait pas concilier sa vie personnelle et sa vie professionnelle. Presque 40 % des répondants déclaraient vivre des répercussions négatives du travail sur leur vie personnelle.

Au poste actuel, un tiers des répondants dit vivre des situations de travail usantes au niveau physique, plus de la moitié au niveau psychique et presque 40 % sur le plan relationnel. Lors d'un emploi antérieur, plus d'un tiers des répondants déclare des situations de travail usantes physiquement, près de la moitié au niveau mental/psychique et plus d'un tiers au niveau relationnel.

Parmi les répondants, 16 % disent

vivre les 3 types de situations de travail usantes au poste actuel et 18 % avant leur travail actuel.

Concernant la perception du lien santé-travail, plus d'un tiers des répondants dit se sentir physiquement plutôt mal et, parmi eux, près des deux tiers relient cette perception à leur travail actuel et un tiers à leur travail antérieur. Plus d'un tiers des répondants dit se sentir psychiquement mal. Parmi eux, près de 80 % l'associent à leur travail actuel et près d'un tiers à leur travail passé. Au total, plus d'un cinquième des répondants établit un lien entre leur mauvais état de santé physique et psychique et leur travail actuel ou antérieur.

Plus d'un tiers des répondants disent avoir des difficultés à tenir

physiquement ou psychologiquement leur travail. Près des deux tiers des répondants disent avoir eu des arrêts de travail qu'ils relient à ces difficultés.

Plus de 90 % (N = 666) des répondants ont parlé de leurs difficultés au médecin traitant, au SPSTI ou à l'entreprise, dont 44,1 % (N = 324) à tous les interlocuteurs.

Près d'un répondant sur 10 dit avoir bénéficié d'un aménagement de poste définitif du fait de l'effet du travail sur sa santé. L'aménagement préconisé a amélioré la santé dans près d'un tiers des cas concernés. Plus de 10 % ont dû changer de poste du fait de leur santé. Ce changement a été efficace pour près d'un quart des salariés concernés. Pour près de 10 % des répondants, l'effet

Usure professionnelle de salariés suivis à l'ACMS en 2024

du travail sur la santé a conduit à se former et la formation a été bénéfique pour la santé pour les deux tiers des répondants concernés. Presque 5 % des répondants ont été déclarés médicalement inaptes. La santé a été améliorée grâce à cette inaptitude pour près des deux tiers des répondants concernés.

Concernant les stratégies de protection, près de 20 % des répondants disent ne pas pouvoir compter sur l'aide des collègues et un tiers des répondants dit ne pas pouvoir compter sur l'aide de la hiérarchie. Plus d'un salarié sur dix dit n'avoir aucun soutien professionnel. Plus de la moitié des répondants dit avoir eu besoin de développer des astuces personnelles pour faire son travail.

Concernant les perspectives professionnelles, plus d'un quart des répondants estime ne pas pouvoir continuer son travail à 2 ans. La moitié des répondants de moins de 26 ans estime ne pas pouvoir continuer leur travail à 5 ans, et plus des trois quarts à partir de 56 ans.

ANALYSE DES DONNÉES

Les résultats qui suivent sont significatifs avec $p < 0,001$ sauf mention contraire dans le texte.

PERCEPTION DES RÉPONDANTS DE LEURS SITUATIONS PROFESSIONNELLES ACTUELLES USANTES/DIFFICILES

Ce sont plus fréquemment les femmes qui vivent des situations usantes/difficiles au niveau psychique/mental (56 % vs 52 % pour les hommes; $p < 0,008$) ou relationnel (44 % vs 34 % pour les hommes). Les salariés vivant des situations usantes/difficiles que ce soit physique, psychique/mental ou relationnel ont une moyenne d'âge

plus élevée que ceux n'en ayant pas signalées (41 ans vs 37 ans).

Les salariés qui vivent régulièrement des situations usantes/difficiles au niveau physique (51 % vs 31 %) et psychique/mental (61 % vs 54 %; $p < 0,024$) ont plus souvent débuté leur vie professionnelle avant 18 ans.

Ce sont dans les secteurs d'activité du BTP (47 %), du transport/logistique (51 %), des commerces (50 %) et des activités de service (45 %) que sont retrouvés le plus de salariés vivant des situations usantes/difficiles au niveau physique et dans les activités de service (47 %), le plus de salariés vivant des situations usantes/difficiles au niveau relationnel.

Les salariés qui vivent régulièrement des situations usantes/difficiles au niveau physique (35 %; $p < 0,004$) ou psychique/mental (57 %) ou relationnel (41 %) sont plus souvent en contrat à durée indéterminée (CDI).

Ce sont les ouvriers (64 %) et employés (44 %) qui déclarent plus souvent vivre des situations usantes/difficiles au niveau physique, les agents de maîtrise (64 %) et les cadres (57 %) plus souvent au niveau psychique/mental et les agents de maîtrise (47 %) plus souvent au niveau relationnel ($p = 0,019$).

Ce sont plus souvent les salariés qui vivent des situations usantes/difficiles au niveau physique (43 %), psychique/mental (71 %) et relationnel (51 %) qui considèrent que leur trajet pour aller travailler est pénible.

Ce sont plus souvent les salariés qui vivent des situations usantes/difficiles au niveau physique (54 %), psychique/mental (86 %) et relationnel (67 %) qui n'arrivent pas à concilier leur vie personnelle et leur vie professionnelle.

Ce sont plus souvent les salariés qui vivent des situations usantes/difficiles au niveau physique (49 %), psychique/mental (84 %) et relationnel (63 %) qui indiquent des répercussions négatives de leur travail sur leur vie personnelle.

Ce sont les salariés qui ont des fonctions d'encadrement, de management ou de formation de collaborateurs qui vivent plus souvent des situations usantes/difficiles au niveau psychique/mental (61 %) et relationnel (44 %).

Les salariés vivant actuellement des situations professionnelles usantes/difficiles au niveau physique:

- vivent également plus souvent des situations usantes/difficiles au niveau psychique/mental (45 %) ou relationnel (46 %);
- ont plus souvent vécu également des situations usantes/difficiles au niveau physique dans leur poste antérieur (54 %);
- jugent leur état de santé physique (59 %) ainsi que psychique (49 %) plutôt mauvais;
- estiment leur état de santé physique plutôt mauvais et en lien avec leurs conditions de travail actuelles (74 %) mais aussi passées (69 %);
- estiment leur état de santé psychique plutôt mauvais et en lien avec leurs conditions de travail actuelles (52 %);
- ont plus souvent développé des astuces personnelles pour faire leur travail (44 %);
- considèrent plus souvent avoir des difficultés à tenir physiquement ou psychiquement leur travail (57 %);
- déclarent plus souvent ne pas pouvoir compter sur l'aide de leurs collègues (52 %) et de leur hiérarchie (52 %);

- compte tenu de leur état de santé, pensent ne pas pouvoir exercer plus de 5 ans leur activité dans les mêmes conditions de travail (72,2 %).

Les salariés vivant actuellement des situations professionnelles usantes/difficiles au niveau psychique/mental :

- vivent également plus souvent des situations usantes/difficiles au niveau relationnel (87 %);
- ont plus souvent vécu également des situations usantes/difficiles au niveau psychique/mental dans leur poste antérieur (67 %);
- jugent plus souvent leur état de santé physique (79 %) ainsi que psychique (87 %) plutôt mauvais;
- estiment plus souvent leur état de santé psychique (94 %) plutôt mauvais et en lien avec leurs conditions de travail actuelles, mais aussi passées (92 %; $p = 0,004$);
- ont plus souvent développé des astuces personnelles pour faire leur travail (70 %);
- considèrent plus souvent avoir des difficultés à tenir physiquement ou psychologiquement leur travail (88 %);
- déclarent plus souvent ne pas pouvoir compter sur l'aide de leurs collègues (77 %) et de leur hiérarchie (80 %);
- compte tenu de leur état de santé, pensent ne pas pouvoir exercer plus de 5 ans leur activité dans les mêmes conditions de travail (68,8 %).

Les salariés vivant actuellement des situations professionnelles usantes/difficiles au niveau relationnel :

- ont plus souvent vécu également des situations usantes/difficiles au niveau relationnel dans leur poste antérieur (55 %);
- estiment plus souvent leur état

de santé psychique plutôt mauvais et en lien avec leurs conditions de travail actuelles (75 %);

- ont plus souvent développé des astuces personnelles pour faire leur travail (53 %);
- considèrent plus souvent avoir des difficultés à tenir physiquement ou psychologiquement leur travail (67 %);
- déclarent plus souvent ne pas pouvoir compter sur l'aide de leurs collègues (64 %) et de leur hiérarchie (65 %);
- compte tenu de leur état de santé, pensent ne pas pouvoir exercer plus de 5 ans leur activité dans les mêmes conditions de travail (72,2 %).

PERCEPTION DES RÉPONDANTS DE LEUR ÉTAT DE SANTÉ PHYSIQUE ET PSYCHIQUE

Un moins bon état de santé à la fois physique et psychique est retrouvé chez ceux :

- ayant débuté leur vie professionnelle avant l'âge de 18 ans (45 %; $p = 0,030$);
- en CDI (41 %);
- employés (42 %) et agents de maîtrise (50 %);
- qui n'arrivent pas à concilier leur vie personnelle et leur vie professionnelle (72 %);
- dont le travail a des répercussions négatives sur leur vie personnelle (72 %);
- qui ont recours à des astuces personnelles pour faire leur travail (52 %);
- qui considèrent avoir plus de difficultés pour tenir physiquement ou psychologiquement le travail (79 %);
- qui, compte tenu de leur état de santé, pensent ne pas pouvoir exercer plus de 5 ans leur activité dans les mêmes conditions de travail (79,4 %).

Un moins bon état de santé physique est retrouvé chez ceux :

- ayant un moins bon état de santé psychique (74 %);
- exerçant dans les activités de commerce (45 %) et les activités de services (44 %).

Un moins bon état de santé psychique est retrouvé chez ceux pour lesquels il s'agit du premier emploi (45 %; $p = 0,009$).

La santé physique et/ou psychique rapportée par chacune des EVA se dégrade d'autant plus que le salarié est confronté à un nombre croissant de types de situations usantes difficiles.

PERCEPTION DES RÉPONDANTS DE LEURS DIFFICULTÉS À TENIR PHYSIQUEMENT OU PSYCHIQUEMENT LEUR TRAVAIL

Il y a plus de difficultés chez :

- les femmes (41,4 % vs 27,3 % chez les hommes);
- ceux ayant commencé leur vie professionnelle avant 18 ans (45,1 % vs 32,8 %);
- ceux en CDI (36,5 % vs 19 %);
- ceux dans le secteur d'activités de service (40,8 %);
- les employés et agents de maîtrise (respectivement 37,2 % et 42,7 %);
- ceux pour qui il s'agit de leur premier emploi (42,4 % vs 34,0 %, $p = 0,034$);
- ceux ayant des répercussions négatives de leur travail sur leur vie personnelle (69,8 % vs 9,9 % pour les répercussions positives);
- ceux ayant moins d'aide de leur hiérarchie (65,2 % vs 19,3 %);
- ceux ayant recours à des astuces personnelles pour faire leur travail (50,2 % vs 17,3 %);
- ceux déclarant ne pas pouvoir continuer leur travail pendant plus de 5 ans compte tenu de leur état de santé et de leurs conditions de travail actuelles (57,7 % vs 12,2 %).

Usure professionnelle de salariés suivis à l'ACMS en 2024

PERCEPTION DES RÉPONDANTS DE LEURS SITUATIONS CONCERNANT L'AIDE DES COLLÈGUES ET DE LA HIÉRARCHIE

L'aide des collègues est :

- moins fréquente chez les salariés en CDI (80,3 % vs 94,1 % non-CDI) et chez les ouvriers (74,3 %);
- plus fréquente chez les cadres (84,6 %, $p = 0,017$) et les hommes (84,5 % vs 79,3 % chez les femmes, $p = 0,002$).

En l'absence de l'aide des collègues, 75,7 % estiment ne pas pouvoir continuer leur travail pendant plus de 5 ans compte tenu de leur état de santé et de leurs conditions de travail actuels vs 46,3 % de ceux bénéficiant de l'aide des collègues.

L'aide de la hiérarchie est :

- moins fréquente chez les salariés en CDI (64,6 % vs 83,3 % non-CDI), chez les ouvriers (57,1 %) et les agents de maîtrise (55,2 %);
- plus fréquente chez les cadres (73,4 %) et les hommes (71,0 % vs 62,4 % chez les femmes).

En l'absence de l'aide de la hiérarchie, 77,8 % estiment ne pas pouvoir continuer leur travail pendant plus de 5 ans compte tenu de leur état de santé et de leurs conditions de travail actuels vs 38,5 % de ceux bénéficiant de l'aide de la hiérarchie.

L'aide des collègues comme l'aide de la hiérarchie :

- sont plus fréquentes dans le secteur d'activités tertiaires (86,2 % pour l'aide des collègues et 73,3 % pour l'aide de la hiérarchie) que dans tous les autres secteurs;
- sont moins fréquentes pour les activités de services (respectivement 76,1 % et 60,0 %);
- sont statistiquement liées au fait de concilier la vie personnelle et la vie professionnelle (86,8 % vs 64,7 % pour ceux qui ne bénéficient pas de l'aide des collègues et 74,4 %

vs 39,6 % pour ceux qui ne bénéficient pas de l'aide de la hiérarchie);

- sont liés à une réduction des répercussions négatives du travail sur la vie personnelle (respectivement 91,6 % avec l'aide des collègues et 85,6 % avec l'aide de la hiérarchie, de répercussion positives vs 67,9 % et 38,0 % pour les répercussions négatives).

PERCEPTION DES RÉPONDANTS DE LEURS SITUATIONS CONCERNANT LE DÉVELOPPEMENT D'ASTUCES PERSONNELLES POUR FAIRE LEUR TRAVAIL AFIN DE LIMITER L'EFFET DE LEUR TRAVAIL SUR LEUR SANTÉ

Il y a plus d'astuces personnelles chez les femmes (54,9 % vs 50,5 % chez les hommes, $p = 0,046$) et chez ceux :

- travaillant dans le BTP (et moins dans les activités tertiaires; respectivement 66,7 % et 49,0 %; $p = 0,025$);
- en CDI (54,1 % vs 42,1 %, $p = 0,006$);
- qui n'arrivent pas à concilier leur vie personnelle et leur vie professionnelle (70,5 % vs 47,6 %);
- ayant des répercussions négatives de leur travail sur leur vie personnelle (73,5 % vs 35,2 % pour ceux ayant des répercussions positives);
- qui déclarent ne pas pouvoir continuer leur travail pendant plus de 5 ans compte tenu de leur état de santé et de leurs conditions de travail actuels (63,4 % vs 38,6 % pour ceux ne développant pas d'astuces personnelles).

ANALYSE TENANT COMPTE DE L'ÉTAT DE SANTÉ ET DES CONDITIONS DE TRAVAIL ACTUELS, AVEC ESTIMATION DE LA POSSIBILITÉ D'EXERCICE DANS LES MÊMES CONDITIONS

Se projettent à plus de 5 ans :

- 57,5 % d'hommes et 40 % de femmes;

- 56,2 % des cadres, 46,4 % des ouvriers, 43,2 % des employés, 42,3 % des agents de maîtrise;
- plus souvent ceux qui n'ont pas de trajet pénible pour aller travailler (54,7 % vs 34,6 %);
- plus souvent ceux qui concilient leur vie personnelle et leur vie professionnelle (57,3 % vs 17,8 %);
- plus souvent ceux qui ont une répercussion positive du travail sur leur vie personnelle (72,4 % vs 18,1 % pour ceux ayant une répercussion négative).

Pour les salariés qui vivent des situations usantes/difficiles au niveau physique, psychique/mental ou relationnel, 34,7 % estiment pouvoir exercer leur travail plus de 5 ans :

- dont environ 1 sur 10 pour les 56 ans et plus;
- plus d'un tiers pour les autres classes d'âge.

Pour les salariés qui ne vivent pas des situations usantes/difficiles au niveau physique, psychique/mental ou relationnel, 76,9 % estiment pouvoir exercer leur travail plus de 5 ans :

- dont 1 sur 2 pour les 56 ans et plus;
- près de 8 sur 10 pour les autres classes d'âge.

La différence de projection à 5 ans est très significative ($p < 0,001$) selon le vécu ou non de situations usantes/difficiles au niveau physique, psychique/mental ou relationnel.

COMMENTAIRES DES SALARIÉS

Parmi les 232 commentaires des répondants :

- 45 concernaient uniquement l'usure physique;
- 21 uniquement l'usure psychique;

- 104 à la fois l'usure physique et l'usure psychique;
- 4 le lien entre l'usure professionnelle et l'âge;
- 30 le lien entre l'usure professionnelle et les maladies chroniques;
- 20 le lien entre l'usure professionnelle et les trajets domicile-travail;
- 8 étaient des idées pour lutter contre l'usure.

DISCUSSION

DONNÉES SOCIO-DÉMOGRAPHIQUES

Même si le sex-ratio dans cette étude retrouve légèrement plus de femmes, celui-ci est voisin de celui de la population en emploi recensée en Île-de-France en 2021 par l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) [6,7] et dans l'enquête Evrest 2019-2023 [8]. Ces résultats invitent à se pencher sur les parcours cumulatifs des femmes. Par ailleurs, la répartition de la population selon les âges semble comparable à celle retrouvée dans l'étude de la direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques (Dares) même si les classes ne sont pas tout à fait superposables [9]. L'âge moyen de l'échantillon de 40 ans ainsi que le début du travail autour de 20 ans en moyenne interrogent sur une usure qui survient tôt et dans une population qui n'a pas commencé à travailler tôt.

SITUATIONS USANTES/DIFFICILES

Les salariés de cette étude qui vivent des situations usantes ont une moyenne d'âge légèrement plus élevée que ceux qui n'en signalent pas. Cependant, ils sont encore jeunes pour être déjà usés

et juger leur état de santé physique et/ou psychique plutôt mauvais. Dans l'étude de la Dares de 2011, il s'agissait de salariés plus âgés, de 50 à 59 ans, durablement exposés à des pénibilités physiques, qui s'estimaient moins souvent en bonne santé [10]. Les résultats de l'étude présentée ici suggèrent donc d'expérimenter tôt dans la vie professionnelle les solutions de maintien en emploi destinées aux seniors afin de prévenir l'usure [11,12]. Enfin les secteurs d'activité du BTP, du transport et de la logistique, des commerces et des activités de service ont le plus de salariés vivant des situations usantes au niveau physique. Ce résultat est concordant avec des recherches antérieures [13, 14] et suggère que la prévention de la désinsertion professionnelle des salariés passe par la soustraction des expositions aux risques physiques [15].

SANTÉ PERÇUE

Les résultats de l'EVA indiquent que plus d'un tiers des salariés se sent physiquement mal et, parmi eux, la majorité l'attribue à ses conditions de travail actuelles ou passées. Or l'exposition à des facteurs de pénibilité physique, d'autant plus s'ils sont cumulés, altère la santé et le maintien en emploi [9, 10].

Les résultats de l'EVA indiquent que plus d'un tiers des salariés se sent psychologiquement mal et, parmi eux, la majorité l'attribue à ses conditions de travail actuelles ou passées. Or des critères psychosociaux défavorables dans l'organisation du travail et un mauvais état de santé perçu sont défavorables au maintien en emploi [16]. L'usure psychique peut aussi conduire à des symptômes physiques [17]. De mauvaises conditions de travail peuvent aussi contribuer de façon

précoce à un déficit fonctionnel et amplifier/accélérer le vieillissement du salarié [18].

DIFFICULTÉS À TENIR LE TRAVAIL

Du fait d'une santé physique et/ou psychique altérée, plus d'un tiers des répondants a des difficultés à tenir physiquement ou psychologiquement son travail. Ceci a déjà été constaté par ailleurs [19]. De plus, les salariés exposés à des contraintes physiques, à des contraintes psychologiques ou au cumul des deux se sentent moins en capacité de tenir dans leur travail que les autres [20]. Par ailleurs, parmi ceux qui ont des difficultés à tenir physiquement ou psychologiquement leur travail, près des deux tiers ont eu un ou plusieurs arrêts de travail, ce qui peut alerter sur le risque de désinsertion professionnelle [21]. Pour près d'un salarié sur dix, l'effet de l'activité professionnelle sur la santé a conduit le médecin du travail à préconiser un aménagement définitif du poste, indicateur d'usure professionnelle mais aussi dispositif de maintien en emploi [22]. Parmi les aménagements de poste, il y a deux fois plus de temps partiel pour raison de santé chez les 55-64 ans que chez les 30-40 ans, en particulier chez les salariés les moins qualifiés [14]. De plus, selon Mardon, les seniors qui se maintiennent en activité sont ceux qui disposent d'aménagements de leur temps de travail. Que ce soit via l'aménagement définitif de leur poste de travail ou après un changement de poste ou de métier, environ 25 % à 30 % des salariés concernés ont constaté une amélioration de leur état de santé [15].

Parmi les salariés qui ont bénéficié d'une formation motivée par les effets du travail sur leur état de

Usure professionnelle de salariés suivis à l'ACMS en 2024

santé, 70 % rapportent une amélioration de leur état de santé, ce qui est concordant avec des travaux précédents [23].

Les 94 salariés qui ont rapporté avoir eu précédemment une incapacité déclarent une amélioration de leur état de santé dans 6 cas sur 10. Ceci suggère que l'incapacité peut se révéler être une solution pour maintenir santé et employabilité.

Parmi les répondants, 14 % ont déclaré ne pouvoir compter sur l'aide ni de leurs collègues ni de leur hiérarchie. Ce manque d'aide est associé à un vécu plus fréquent de situations professionnelles usantes/difficiles au niveau physique, psychique/mental et relationnel. Ces mêmes salariés perçoivent leur état de santé physique et psychique comme plutôt mauvais. Enfin, ils signalent plus de difficulté à tenir physiquement ou psychologiquement leur travail. Ces résultats sont en cohérence avec la littérature : la reconnaissance par l'entourage professionnel ou les possibilités d'entraide entre collègues face à des contraintes physiques fortes peuvent minorer le processus d'usure [24]. D'ailleurs, l'individualisation du travail (diminution des temps d'échange et de coopération, mise en concurrence des salariés...) peut être à considérer comme facteur de risque psychosocial et d'usure professionnelle [25]. Au contraire, l'appartenance à un collectif de travail et le soutien apporté par l'équipe peuvent être considérés comme décisifs dans la capacité à supporter le travail ; cependant, le soutien accordé aux travailleurs par leurs collègues de travail apparaît particulièrement faible [26].

Un peu plus de la moitié des salariés a eu besoin de développer des astuces personnelles pour

effectuer leur travail afin de limiter l'effet de celui-ci sur leur santé. Ces salariés déclarent un vécu plus fréquent de situations professionnelles usantes/difficiles au niveau physique, psychique/mental et relationnel. Ils perçoivent leur état de santé physique et psychique comme plutôt mauvais et signalent plus de difficulté à tenir physiquement ou psychologiquement leur travail. Le développement de ces astuces semble être utilisé comme mesure de prévention par les salariés en réponse à des difficultés médicoprofessionnelles individuelles. La nécessité de mettre en place des astuces personnelles pourrait être un indicateur de déficience dans l'organisation du travail par l'entreprise et, à terme, d'usure professionnelle.

Près d'un tiers des répondants indiquant que leur trajet pour aller travailler est pénible, signalent avoir un moins bon état de santé physique et psychique et avoir des difficultés à tenir physiquement ou psychologiquement le travail. Une enquête réalisée en 2024 avait montré que 42 % des sondés en Île-de-France (vs 30 % au niveau national) estimaient que la mobilité liée à leurs déplacements dans le cadre du travail avait un impact négatif sur leur qualité de vie au travail [27].

Environ un répondant sur quatre n'arrive pas à concilier vie personnelle et vie professionnelle, et deux sur cinq déclarent des répercussions négatives du travail sur leur vie personnelle. Ces résultats pourraient indiquer précocement un risque de dégradation de l'état de santé à terme comme l'évoquaient les données de l'enquête Santé et itinéraires professionnels (SIP) en 2015 [28].

Moins de la moitié des répondants pense pouvoir continuer

son travail actuel au-delà de 5 ans. Ce sont principalement les cadres (56,2 %) qui se projettent à plus de 5 ans par rapport aux agents de maîtrise (42,3 %), employés (43,2 %) et ouvriers (46,4 %).

Plus précisément pour les salariés qui vivent des situations usantes/difficiles au niveau physique ou psychique ou relationnel, seul un tiers estime pouvoir exercer son travail plus de 5 ans, dont un sur dix chez les plus de 56 ans et plus d'un sur trois dans les autres classes d'âge. Des résultats sur la capacité à se projeter à court terme sont retrouvés dans d'autres études [10,15, 20, 28 à 32] mais aussi dans l'observatoire de santé au travail Evrest qui, depuis le 1^{er} janvier 2022, a introduit la question « *Pensez-vous que dans 2 ans votre état de santé vous permettra d'effectuer votre travail actuel ?* ». Les résultats Evrest montrent que 15 % de la classe d'âge 45-49 ans répond négativement à cette question, 21 % de la classe d'âge 50-54 ans et 38 % chez les 60 ans et plus. Est également retrouvé le gradient social avec l'évaluation la plus défavorable pour les employés et les ouvriers par rapport aux autres catégories socioprofessionnelles [8]. En 2019, l'étude de la Dares énonçait que « *37 % des salariés ne se sentent pas capables de tenir dans leur travail jusqu'à la retraite* ». L'exposition à des risques professionnels – physiques ou psychosociaux –, tout comme un état de santé altéré, vont de pair avec un sentiment accru d'insoutenable du travail [20]. Selon l'étude de Caron et al., le ressenti du salarié quant à sa santé et sa capacité à travailler pourrait servir d'indicateur clinique pour une prévention médicale, organisationnelle et technique adaptée [33]. Une autre étude de la Dares montre

également que les salariés exposés à des contraintes physiques, à des contraintes psychologiques ou au cumul des deux se sentent moins en capacité de tenir dans leur travail que les autres [20].

Ainsi, la perception individuelle de la capacité à continuer son activité paraît être un indicateur possible d'usure professionnelle.

FOCUS SUR LES FEMMES

Les résultats de cette étude indiquent que les femmes disent plus souvent vivre des situations usantes/difficiles au niveau psychique/mental ou relationnel. Selon le rapport du Sénat relatif à la santé des femmes au travail, les femmes sont majoritairement exposées à des risques invisibles et silencieux liés à une usure physique et psychique alors que les hommes sont davantage exposés à des dangers visibles et engageant le pronostic vital. Les risques professionnels auxquels sont exposés les femmes sont sous-estimés ou méconnus du fait d'une approche genrée focalisée sur l'homme moyen [29, 34]. Sur le fait qu'elles ressentent plus de difficultés à tenir leur travail au niveau physique ou psychique, qu'elles signalent développer plus d'astuces personnelles pour faire leur travail afin de limiter l'effet du travail sur leur santé, des différences statistiquement significatives ont été retrouvées par rapport aux hommes dans la présente étude. De plus, elles estiment moins se projeter à 5 ans dans leur emploi, compte tenu de leur état de santé et de leurs conditions de travail actuels. Une hypothèse serait que les femmes sont plus sujettes aux difficultés d'articulation vie professionnelle-vie personnelle, leur employeur ne faisant pas cas de leur situation [35]. De plus, une analyse à partir

des enquêtes Conditions de travail indique qu'il est souhaitable de prendre en compte d'autres types de facteurs pour appréhender les situations spécifiques à l'origine possible de l'usure professionnelle des femmes comme les parcours de vie heurtés, les faibles rémunérations [29].

FORCES DE L'ÉTUDE

L'ACMS assure le suivi des salariés d'entreprises de toutes tailles et de tous secteurs d'activités en Île-de-France, ce qui permet d'obtenir une population aussi vaste et diverse que possible – s'agissant des secteurs professionnels représentés – pour une représentativité adéquate. L'utilisation d'un auto-questionnaire, de manière anonyme, permet une expression libre et sans retenue des participants. Il explore de nombreuses dimensions de l'usure, qu'elle soit physique, psychique/mentale ou relationnelle.

Le nombre important de participants a permis une puissance statistique qui révèle des liens significatifs entre travail et santé. Les commentaires des répondants sont riches et cohérents avec les données quantitatives, elles-mêmes en cohérence avec la littérature.

LIMITES DE L'ÉTUDE

Le caractère transversal du recueil de données ne permet pas d'émettre de relations causales. Par ailleurs, les modalités de participation ont entraîné des biais de sélection :

- la participation à cette enquête reposait sur le volontariat des salariés et il est plausible que ceux ayant choisi d'y contribuer étaient davantage intéressés par le sujet ;
- l'auto-questionnaire était rempli *via* le téléphone portable du

salarié mais tous n'en disposaient pas, certains téléphones n'étaient pas équipés d'application de lecture de QR Code ;

- les personnes maîtrisant mal la langue française n'ont pu y participer.

LA PRÉVENTION : LES ENJEUX ET LA MISE EN ŒUVRE

Cette enquête a été proposée aux salariés à l'occasion de leur suivi médicoprofessionnel et social individuel, temps privilégié pour le repérage précoce des situations individuelles à risque de désinsertion professionnelle. La prévention de la désinsertion professionnelle a été renforcée avec la création de la visite de mi-carrière, qui permet notamment d'échanger avec le salarié au sujet de la soutenabilité perçue de son poste actuel, sur son parcours et *curriculum laboris*, ainsi que sur ses aspirations professionnelles ou ses souhaits de formation. Cette visite relève cependant davantage de la prévention secondaire que de la prévention primaire du risque d'usure professionnelle.

En effet la population de l'étude pourtant jeune, en CDI, souvent en secteur tertiaire, se sent déjà usée et perçoit son poste comme possiblement insoutenable à plus de 5 ans. Des sources polyfactorielles d'usure professionnelle avec leurs conséquences sur la santé et le maintien en emploi sont repérées : situations usantes/difficiles dans le travail, au niveau physique, psychique et relationnel ; aide insuffisante des collègues ou de la hiérarchie ; obligation de développer des stratégies personnelles qui tentent de pallier l'insuffisance de prévention organisationnelle et technique collective ; trajets domicile-travail pénibles qui s'ajoutent

Usure professionnelle de salariés suivis à l'ACMS en 2024

à la pénibilité du travail ; répercussions du travail sur la vie personnelle avec absence de conciliation vie personnelle-vie professionnelle, état de santé physique et/ou psychique dégradé et jugé par les répondants concernés en lien avec leurs conditions de travail actuelles ou passées.

Les études réalisées dans ce domaine montrent que les conséquences de l'usure professionnelle pour le salarié, en termes de désinsertion professionnelle mais aussi d'impacts pour les entreprises (arrêts pour maladies et accidents du travail, inaptitude médicale, dégradation de l'employabilité, qualité de travail dégradée, baisse de performance de l'entreprise, tensions au sein des collectifs de travail, baisse de motivation des équipes...) sont majeures [4,5].

La prévention primaire repose sur l'adaptation du travail à l'être humain, avec une optimisation de l'organisation et des conditions de travail, une hiérarchie soutenable, un collectif de travail présent et bienveillant. Lorsque cette prévention collective est défaillante, les travailleurs développent des stratégies individuelles de protection. Pour éviter de faire porter le poids de la prévention exclusivement sur les individus, ces stratégies pourraient être élaborées au niveau collectif, par exemple au titre de la coopération intergénérationnelle, permettant de pérenniser les savoirs historiques techniques et de prévention [36 à 41].

À cette prévention professionnelle de l'usure au travail s'ajoute la prise en considération nécessaire de la pénibilité des trajets domicile-travail ainsi que de la spécificité - à approfondir - du travail des femmes [27, 29, 34, 35].

Face aux conséquences de l'usure professionnelle tant en termes

de santé, d'emploi, qu'en termes économiques, la prévention de ce risque impose une démarche globale et participative de tous les acteurs de prévention, y compris des salariés et des employeurs. Parmi les mesures de prévention, la gestion des ressources humaines et des compétences, la valorisation des acquis de l'expérience, la formation professionnelle permettront la construction de parcours professionnels et de prévention sécurisants et stimulants ; c'est notamment le cas pour les travailleurs occupant des postes pénibles physiquement, les reconversions précoces favorisant l'employabilité [22, 23, 42, 43].

Toutes ces actions visant à faire évoluer les situations et l'organisation du travail auront des effets d'autant plus bénéfiques qu'elles interviendront tôt et de façon continue dans la vie professionnelle [44]. Agir en prévention primaire pour une amélioration globale des conditions de travail, c'est prévenir l'usure prématurée des salariés les plus jeunes et contenir celle des plus âgés [45].

Pour soutenir les entreprises dans cette démarche, le fonds d'investissement dans la prévention de l'usure professionnelle (FIPU) a été créé en 2024. Il vise à verser aux entreprises des subventions réservées à la formation et à des actions de sensibilisation, de prévention des risques à l'origine de troubles musculosquelettiques, puisqu'ils entraînent des handicaps sérieux et un risque accru de désinsertion professionnelle [46]. Enfin, la prévention de l'usure professionnelle implique un engagement politique des pouvoirs publics et de l'ensemble des parties prenantes – entreprises, salariés et leurs représentants – et autres partenaires de prévention dont les SPST, le CSE

étant l'acteur clef de la soutenabilité dans les entreprises dont l'effectif permet son existence [47]. Les entreprises dont l'effectif est de moins de 50 salariés seraient donc potentiellement une cible prioritaire pour prévenir le risque d'usure professionnelle.

CONCLUSION

Cette étude dresse un état des lieux en 2024 en Île-de-France du ressenti des salariés quant à leur usure professionnelle et ses causes, en les plaçant au cœur de la recherche par un auto-questionnaire sur leur santé et le lien qu'ils en font avec leurs conditions de travail actuelles ou passées. Elle aborde aussi la soutenabilité du travail, les stratégies d'adaptation pour tenir et les conséquences sur la vie personnelle. Elle montre qu'une population jeune et d'apparence protégée (CDI, postes sans contraintes physiques élevées) peut être concernée et incite ainsi à agir tôt sur le travail pour le rendre tenable et éviter l'usure.

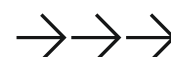
POINTS À RETENIR

- Cette étude a permis de dresser un état des lieux de l'usure des salariés en Île-de-France en 2024.
- Les situations professionnelles usantes sur le plan psychique concernent davantage les agents de maîtrise, les cadres et les femmes.
- Les situations professionnelles usantes sur le plan physique concernent davantage les ouvriers et les employés.
- Les salariés exposés à des situations usantes n'arrivent pas à concilier vie professionnelle et personnelle; ils font état de répercussions négatives sur leur vie personnelle et ont des difficultés à tenir au travail.
- Les salariés qui déclarent ne pas recevoir d'aide des collègues ou de la hiérarchie, ceux qui ont développé des astuces personnelles pour faire leur travail et ceux qui sont exposés à des situations usantes pensent ne pas pouvoir exercer leur activité professionnelle plus de 5 ans.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Plan santé au travail 3 2016-2020. Bilan. Ministère du travail, de l'emploi et de l'insertion, 2021 (<https://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail-publication-du-bilan-du-3eme-plan-sante-au-travail-2016-2020>).
- 2 | 4^e plan santé au travail 2021-2025. Ministère du travail, de l'emploi et de l'insertion, 2022 (<https://travail-emploi.gouv.fr/les-plans-sante-au-travail-pst>).
- 3 | Prévention et santé au travail: projet de service 2023-2027. ACMS, 2022 (<https://www.acms.asso.fr/projet-de-service-2023-2027/>).
- 4 | Prévenir l'usure professionnelle. Guide pour l'action. ARAVIS, ANACT, 2014 (<https://www.anact.fr/prevenir-lusure-professionnelle-guide-pour-laction>).
- 5 | Travail, parcours et prévention de l'usure professionnelle. *Rev Cond Trav.* 2020; 11.
- 6 | Caractéristiques de l'emploi au sens du recensement en 2021. Région d'Île-de-France. Insee, 2024 (<https://www.insee.fr/fr/statistiques/8200555?geo=REG-11>).
- 7 | Dossier complet. Région d'Île-de-France. Insee, 2026 (<https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=REG-11>).
- 8 | EVREST. Évolution et relation en santé au travail (<https://evrest.istnf.fr>).
- 9 | COUTROT T, WALTISPERGER D - L'emploi des seniors souvent fragilisé par des problèmes de santé. DARES Analyses n° 08.1. DARES, 2025 (<https://dares.travail-emploi.gouv.fr/publications/l-emploi-des-seniors-souvent-fragilise-par-des-problemes-de-sante>).
- 10 | COUTROT T, ROUXEL C - Emploi et santé des seniors durablement exposés à des pénibilités physiques au cours de leur carrière: l'apport de l'enquête Santé et itinéraire professionnel. DARES Analyses n° 020. DARES, 2011 (<https://dares.travail-emploi.gouv.fr/publications/2011-020-emploi-et-sante-des-seniors-durablement-exposes-a-des-penibilites>).
- 11 | NEGRINI A, CORBIÈRE M, PERRON J, HUPÉ J ET AL. - Quels sont les facilitateurs du maintien en emploi en santé des travailleurs seniors dans un milieu d'éducation au Québec? Étude et rapport R-1018. Montréal: IRSST. 2018: 99 p.
- 12 | Travail des seniors, où en êtes-vous dans votre entreprise? Guide pratique. ANACT. 2024: 37 p.
- 13 | POMMIER JL, BARDOUILLET MC, GILLES M, MOLINIÉ AF - Ce salarié devrait cesser de travailler: une approche de l'usure professionnelle des 50 ans et plus. *Retraite Soc.* 2006; 3 (49): 39-59.
- 14 | MAHIOU I - Ces métiers pénibles où il est interdit de vieillir. *Santé Trav.* 2020; 110.
- 15 | MARDON C - Aménager les temps, les cadences et les charges. *Santé Trav.* 2023; 124: 6-7.
- 16 | DERRIENNIC F, SAUREL-CUBIZOLLES MJ, MONFORT C - Santé, conditions de travail et cessation d'activité des salariés âgés. *Trav Empl.* 2003; 96: 37-53.
- 17 | RAVON B - Repenser l'usure professionnelle des travailleurs sociaux. *Inf Soc.* 2009; 2 (152): 60-68.
- 18 | BIELEC P, BEAUMONT D, KNISPEL P, LOMBART N ET AL. - Bien vieillir au travail. Édition INRS ED 6097. Paris: INRS; 2011: 27 p.
- 19 | LEROYER A, VOLKOFF S, MOLINIÉ AF, ROLLIN L ET AL. - Repérer des facteurs d'usure professionnelle. *Arch Mal Pro Environ.* 2018; 79 (3): 347.

FIN DE LA
BIBLIOGRAPHIE
PAGE SUIVANTE



Usure professionnelle de salariés suivis à l'ACMS en 2024

BIBLIOGRAPHIE (suite)

- 20 | **BEATRIZ M** - Quels facteurs influencent la capacité des salariés à faire le même travail jusqu'à la retraite ? DARES Analyses n° 17. DARES, 2023 (<https://dares.travail-emploi.gouv.fr/publication/quels-facteurs-influencent-la-capacite-des-salaries-faire-le-meme-travail-jusqua-la-retraite>)
- 21 | **GUYOT S, WILD P, APTEL A, MARTINET C ET AL.** - Aspects prédictifs d'un questionnaire de repérage de salariés à risque de désinsertion professionnelle. Vu du terrain TF 311. *Réf Santé Trav.* 2023; 175: 31-43.
- 22 | **BARRY PM, MARTIN D** - Les avis d'aptitude avec réserves, indicateurs d'alerte d'usure professionnelle. *Arch Mal Pro Environ.* 2020; 81 (5): 524.
- 23 | Travailler plus longtemps dans quelles conditions ? *Entrepr Carr.* 2014; 1178: 20.
- 24 | **LEROYER A, VOLKOFF S, GILLES M** - L'usure des articulations au travail: une approche statistique longitudinale. *Connaiss Empl.* 2018; 140.
- 25 | **LHUILIER D** - Usure professionnelle: dépasser les approches individuelles, reconnaître l'importance des parcours ? *Rev Cond Trav.* 2020; 11: 108-14.
- 26 | **MÉDA D, BIGI M, PARENT-THIRION A** - Dix graphiques pour comprendre l'ampleur de la crise du travail en France. *Altern Econ.* 2023.
- 27 | Mobilité: comment les actifs français de rendent-ils au travail ? Baromètre Alphanet France et Ifop. Édition 2023. Alphanet, 2023.
- 28 | **WOLFF L, MARDON C, GAUDART C, MOLINIÉ AF ET AL.** - Les changements dans le travail vécus au fil de la vie professionnelle, et leurs enjeux de santé. Une analyse à partir de l'enquête SIP. Rapport de recherche 94. Centre d'études de l'emploi (CEE), 2015: 95 p. (https://ceet.cnam.fr/medias/fichier/94-changements-dans-travail-vecus-au-fil-vie-professionnelle-enjeux-sur-sante_1510319892958-pdf).
- 29 | **JOLIVET A, MOLINIÉ AF** - Travailler plus tard est-il aussi soutenable pour les femmes que pour les hommes ? Une analyse à partir des enquêtes Conditions de travail 2013 et 2016. *Socio Eco Trav.* 2021; 2 (8): 127-62.
- 30 | **MOLINIÉ AF** - Se sentir capable de rester dans son emploi jusqu'à la retraite ? *Perspect Interdiscip Trav Santé (PISTES)*. 2005; 7 (1): 1-32.
- 31 | **SOMVILLE PR, MAIRIAUX P** - Incapacité de travail prolongée. Revue des facteurs de risque professionnels et des stratégies d'intervention. *Arch Mal Pro Environ.* 2015; 76 (5): 458-67.
- 32 | **GUYOT S, WILD P, APTEL A, MARTINET C ET AL.** - Repérage de salariés à risque de désinsertion: résultats et pratique. *Arch Mal Pro Environ.* 2020; 81 (5): 517.
- 33 | **CARON L, CASER F, DELGOULET C, EFFANTIN E ET AL.** - Les conditions de travail dans les accords et plans d'action "seniors". Étude pour le Conseil d'orientation des conditions de travail (Coct). Rapport de recherche 79. Centre d'études de l'emploi (CEE); 2012: 89 p. (https://ceet.cnam.fr/medias/fichier/79-conditions-travail-accords-seniors_1510321667108-pdf).
- 34 | **COHEN L, JACQUEMET A, RICHER MP, ROSSIGNOL L** - Santé des femmes au travail: des maux invisibles. Le rapport. Rapport d'information n°780 (2022-2023), tome I. Sénat, 2023 (<https://www.senat.fr/rap/r22-780-1/r22-780-1.html>).
- 35 | La santé des femmes qui travaillent, d'hier à demain. Agir sur la santé et sur les conditions de travail des femmes contribue à la performance sociale et économique. Rapport du Laboratoire de l'égalité. Laboratoire de l'égalité, 2024 (<https://www.laboratoiredelegalite.org/wp-content/uploads/2024/06/LA-SANTE-DES-FEMMES-QUI-TRAVAILLENT-DHIER-A-DEMAIN.pdf>).
- 36 | Bien gérer le vieillissement de vos salariés. *PIC Prot Indiv Collect.* 2022; 132: 33-42.
- 37 | **CHOUIKHA E, GILLES M** - Prévenir l'usure professionnelle avant tout ! *Retraite Soc.* 2017; 2 (77): 131-37.
- 38 | **TRUFFAUT H** - Dossier Séniors, le défi durable. *Entrepr Carr.* 2015; 1235: 18-26.
- 39 | **BARRUYER C** - Les seniors, attention fragile ! *Prév BTP.* 2015; 189: 54-56.
- 40 | **PÉRÉTIÉ MM, SAMORY E** - L'usure professionnelle, comprendre et agir. *Soins Gérontol.* 2018; 131 (23): 27-29.
- 41 | **LARROQUE D, RAVALLEC C, VAUDOUX D** - Mieux vieillir au travail. Dossier. *Trav Sécur.* 2018; 791: 13 p.
- 42 | **FRANZ F, SURQUIN M, FANTONI-QUINTON S, LEROYER A** - Visites de reprise pour pathologies ostéoarticulaires ou troubles mentaux en Hauts-de-France: populations concernées, actions réalisées et facteurs liés à la décision d'inaptitude. *Arch Mal Pro Environ.* 2021; 82 (4): 410-24.
- 43 | **VOLKOFF S, GAUDART C** - Conditions de travail et «soutenabilité»: des connaissances à l'action. Rapport de recherche 91. Centre d'études de l'emploi (CEE). 2015: 47 p. (https://ceet.cnam.fr/medias/fichier/91-conditions-travail-soutenabilite-connaissances-action_1510320320066-pdf).
- 44 | **GILLES M, LOISIL F** - La gestion des âges. Pouvoir vieillir en travaillant. Paris: ANACT; 2005: 233 p.
- 45 | **JOLIVET A** - Il est essentiel de parler du travail avant de se focaliser sur les «seniors». *Trav Sécur.* 2024; 863: 10-11.
- 46 | Ouverture du Fonds d'investissement pour la prévention de l'usure professionnelle. Ministère chargé du travail, 2024 (<https://travail-emploi.gouv.fr/ouverture-du-fonds-dinvestissement-pour-la-prevention-de-lusure-professionnelle>).
- 47 | **DUGUÉ B** - Le CSE, acteur clé pour rendre le travail soutenable. *Santé Trav.* 2023; 124: 2-5.

ANNEXE 1 Questionnaire sur l'usure professionnelle des salariés suivis par l'ACMS

1. Quel est le motif de votre visite ?
☐ embauche ☐ périodique ☐ autre
2. Êtes-vous ? ☐ un homme ☐ une femme
3. Quel est votre âge ? ans
4. À quel âge avez-vous commencé à travailler ? ans
5. Quel est votre secteur d'activité ?
☐ industrie, métallurgie, chimie...
☐ BTP
☐ transports/logistique
☐ commerces (alimentaire, non alimentaire...)
☐ activité de services (hôtellerie, santé, gardiennage, ménage, garage...)
☐ activité tertiaire, administratif, informatique...
☐ autre, précisez :
6. Quel est votre type de contrat ?
☐ contrat à durée indéterminée ou fonctionnaire
☐ contrat à durée déterminée
☐ intérim
☐ autres (alternant, apprenti, saisonnier...)
7. Quelle est votre catégorie socio-professionnelle ?
☐ ouvrier ☐ employé ☐ agent de maîtrise ☐ cadre ☐ autre, précisez :...
8. Est-ce votre premier emploi ? ☐ oui ☐ non
9. Devez-vous habituellement encadrer, manager ou former des collaborateurs ?
☐ oui ☐ non
10. Considérez-vous que votre trajet pour aller travailler est pénible ?
☐ oui ☐ non
11. Arrivez-vous à concilier votre vie personnelle et votre vie professionnelle ?
☐ oui ☐ non
12. Indiquez, sur l'échelle ci-dessous, les répercussions de votre travail sur votre vie personnelle ?
 Mauvaises 😞 _____ 😊 Bonnes *sur la ligne, mettre une croix à l'endroit voulu*
13. **Dans votre travail actuel**, vivez-vous **régulièrement** des situations que vous trouvez usantes/difficiles au niveau :

– physique	☐ oui	☐ non
– mental/psychique	☐ oui	☐ non
– relationnel	☐ oui	☐ non

ANNEXE 1 Questionnaire sur l'usure professionnelle des salariés suivis par l'ACMS

14. **Avant votre travail actuel**, avez-vous **régulièrement** vécu des situations que vous avez trouvées usantes/difficiles au niveau :

- | | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| – physique | ☐ oui | ☐ non |
| – mental/psychique | ☐ oui | ☐ non |
| – relationnel | ☐ oui | ☐ non |

15. Actuellement, comment vous sentez-vous ?

- | | | | | |
|-----------------------|---|-------|--|--|
| – au niveau physique |  | _____ |  | sur la ligne, mettre une croix à l'endroit voulu |
| – au niveau psychique |  | _____ |  | sur la ligne, mettre une croix à l'endroit voulu |

Si chaque croix des 2 lignes de la question 15 est plutôt décalé vers  ou  répondre aux questions 16 et 17 ; sinon, passer à la 18

16. Votre état de santé physique actuel est-il lié ?

- | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|
| – à vos conditions de travail actuelles | ☐ oui | ☐ non |
| – à vos conditions de travail passées | ☐ oui | ☐ non |

17. Votre état de santé psychique/mental actuel est-il lié ?

- | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|
| – à vos conditions de travail actuelles | ☐ oui | ☐ non |
| – à vos conditions de travail passées | ☐ oui | ☐ non |

18. Pour effectuer votre travail, pouvez-vous compter sur l'aide ?

- | | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| – de collègues | ☐ oui | ☐ non |
| – de ma hiérarchie | ☐ oui | ☐ non |

19. Pour limiter l'effet du travail sur votre santé, avez-vous eu besoin de développer des astuces personnelles pour faire votre travail ?

- ☐ oui ☐ non

20. Avez-vous des difficultés à tenir physiquement ou psychiquement votre travail ?

- ☐ oui ☐ non

21. Si oui à la question 20, avez-vous eu un ou des arrêts de travail à cause de ces difficultés ?

- ☐ oui ☐ non

22. Si oui à la question 20, avez-vous déjà parlé de ces difficultés ?

- | | | |
|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| – dans l'entreprise | ☐ oui | ☐ non |
| – à votre service de santé au travail | ☐ oui | ☐ non |
| – à votre médecin traitant | ☐ oui | ☐ non |

23. Depuis que vous travaillez :

– l’effet du travail sur votre santé a-t-il conduit à un aménagement définitif de votre poste de travail prescrit par le médecin du travail ?

☐ oui ☐ non

si oui, l’aménagement définitif prescrit par le médecin du travail a-t-il permis d’améliorer votre état de santé ?

☐ oui ☐ non

– l’effet du travail sur votre santé a-t-il conduit à un changement de poste de travail/de métier ?

☐ oui ☐ non

si oui, votre changement de poste/de métier a-t-il permis d’améliorer votre état de santé ?

☐ oui ☐ non

– l’effet du travail sur votre santé a-t-il conduit à faire une formation ?

☐ oui ☐ non

si oui, votre formation vous a-t-elle permis d’améliorer votre état de santé ?

☐ oui ☐ non

– l’effet du travail sur votre santé a-t-il conduit à une inaptitude au poste ?

☐ oui ☐ non

si oui, votre inaptitude au poste vous a-t-elle permis d’améliorer votre état de santé ?

☐ oui ☐ non

24. En prenant en compte votre état de santé et vos conditions de travail actuels, pensez-vous que vous pourrez exercer votre travail dans les mêmes conditions ?

☐ moins de 2 ans ☐ encore 2 à 5 ans ☐ encore 5 à 10 ans ☐ encore 10 ans ou plus

25. Avez-vous un commentaire concernant votre usure professionnelle ?



CLAPCLOPCL

CLAPCLO

CLAP

**AU TRAVAIL
LE BRUIT,
ON EN PARLE ?**

Stress, irritabilité, fatigue...
Le bruit paraît anodin,
mais ses effets ne le sont pas.

Plus d'informations sur :

www.bruitautravail.fr



L'intelligence artificielle en santé au travail : évaluation de son potentiel pour renforcer la précision et la clarté des préconisations médicales*

AUTEUR :
C. Broutin, Lille

EN RÉSUMÉ

Dans une étude menée dans les Hauts-de-France, 78 % des préconisations rédigées par les médecins du travail présentaient au moins un défaut de qualité susceptible d'en altérer la compréhension et, *in fine*, de nuire au maintien en emploi. Face à ce constat, une expérimentation a été conduite afin d'évaluer la capacité du modèle de raisonnement o1 d'OpenAI, l'entreprise à l'origine de ChatGPT, à détecter ces défauts, selon cinq critères, en comparaison avec un consensus multidisciplinaire. Après une optimisation itérative du prompt, l'analyse de 385 préconisations tirées au sort dans une base de données a montré 74,6 % de concordances, 10,5 % de discordances justifiées, 13,2 % de discordances par excès et 1,5 % de discordances par défaut, sans aucune hallucination. Ces résultats suggèrent que l'utilisation d'o1 pourrait constituer un outil prometteur d'aide à la relecture.

MOTS CLÉS

Intelligence artificielle – IA / Surveillance médicale / Suivi médical

* Cet article résulte d'un mémoire soutenu en octobre 2025 (L'intelligence artificielle en santé au travail : un levier pour accroître la précision et la clarté des préconisations médicales ? Mémoire pour le diplôme d'état de spécialité en médecine du travail. Lille : Université de Lille, Faculté de Médecine Henri Warembourg ; 2025. Lien vers le mémoire complet : <https://www.iasantetravail.com/ia-preconisations>). Les modèles d'intelligence artificielle présentés correspondent à l'état des connaissances au moment du recueil et de l'analyse des données ainsi que de la rédaction, réalisés entre la fin de l'année 2024 et le début de l'année 2025.

La qualité de la formulation et la précision des préconisations des médecins du travail favorisent le maintien en emploi des salariés, évitent les risques d'interprétation erronée ainsi que les conséquences juridiques associées. Cet article rend compte d'une étude sur la capacité d'une intelligence artificielle à évaluer les préconisations des médecins du travail selon plusieurs critères. Cette étude fait suite à la thèse du Dr N'Guessan (« Analyse critique de la rédaction actuelle des préconisations chez les médecins du travail en Hauts-de-France ») [1] qui avait pour objectif d'examiner et de catégoriser les préconisations formulées par les médecins du travail à l'intention des employeurs, en s'appuyant sur cinq critères de mauvaise qualité :

- imprécisions, difficultés de compréhension et d'application pour l'employeur (critère 1) :

L'intelligence artificielle en santé au travail : évaluation de son potentiel pour renforcer la précision et la clarté des préconisations médicales

1. Annexe 4 : document établi par le médecin du travail proposant des mesures d'aménagement, d'adaptation ou de transformation du poste, ou du temps de travail, en application de l'article L. 4624-3 du Code du travail.

préconisations comportant des imprécisions sur la temporalité, avec une fin imprécise dans le temps ou avec une mention « renouvelable » sans périodicité indiquée ;

- induction d'un doute sur la force d'obligation de l'avis médical (critère 2) : préconisations utilisant le conditionnel ou des termes introduisant un choix, une marge de manœuvre ou un doute quant à leur mise en place par l'employeur ;

- informations ne relevant pas de l'annexe 4¹ et posant des difficultés juridiques (critère 3) : avis comportant des informations relevant d'échanges avec l'employeur ou avec le salarié ou des commentaires sans formulation de préconisations à proprement parler ;

- changements de postes ou inaptitudes médicales déguisées (critère 4) : avis préconisant un autre poste pour le salarié ou comportant des aménagements manifestement trop importants pour permettre le maintien à son poste antérieur ;

- rupture du secret médical ou atteinte à la vie privée du salarié (critère 5) : préconisations mentionnant l'invalidité, le bénéfice de la reconnaissance de la qualité de travailleur handicapé (RQTH), une sollicitation de Cap emploi, une maladie ou toute information sur la santé du salarié.

Douze services de prévention et de santé au travail interentreprises (SPSTI), constituant avec l'Institut de santé au travail du Nord de la France (ISTNF) le groupe de travail « Prévention de la désinsertion professionnelle », ont fourni les préconisations rédigées durant le mois de septembre 2023. Celles-ci étaient d'abord cotées en double aveugle selon les critères ci-dessus, par deux évaluateurs (une stagiaire en master 2 de droit social et un interne en médecine

du travail). Ensuite, les analyses respectives étaient confrontées avec l'expertise de trois professionnels de la médecine du travail afin d'identifier et comprendre les écarts d'interprétation entre les deux évaluateurs initiaux, permettant ainsi une harmonisation de la lecture et de l'application des critères. Enfin, une nouvelle phase de cotation en double aveugle, fondée sur cette harmonisation, permettait d'atteindre le consensus multidisciplinaire (CM).

Cette étude avait permis d'analyser 4 217 préconisations formulées en septembre 2023 dans les Hauts-de-France. Parmi elles, 3 776 ont fait l'objet d'un CM : seules 22 % ne répondaient à aucun critère de mauvaise qualité. L'analyse de la répartition des critères, portant sur les 2 947 préconisations restantes (78 %), a montré que :

- 53 % présentaient des imprécisions ou des difficultés de compréhension et d'application pour l'employeur (critère 1) ;

- 28 % comportaient des informations ne relevant pas de l'annexe 4 (critère 3) ;

- 9,7 % laissaient un doute quant à leur mise en œuvre (critère 2) ;

- 6,2 % impliquaient une rupture du secret médical (critère 5) ;

- 1,7 % faisaient état d'un changement de poste ou d'aménagements jugés excessifs (critère 4).

Malgré ces taux élevés de préconisations de mauvaise qualité, les avis des médecins du travail sont en réalité rarement contestés juridiquement. Une étude visant à recenser le nombre de contestations des avis depuis la réforme de 2016 a, en effet, identifié 207 arrêts rendus par les cours d'appel, dont seuls 22 % concernaient des mesures d'aménagement. Ce chiffre, quasiment négligeable par rapport au nombre total d'avis

(636 917 préconisations formulées en 2022), peut s'expliquer notamment par le délai de contestation limité à 15 jours par l'employeur ou le salarié ainsi que par la durée moyenne des litiges, estimée à 13 mois [2]. Au-delà des éventuelles répercussions juridiques, une rédaction imprécise peut fragiliser la communication et entamer le lien de confiance avec l'employeur. Or cette confiance est essentielle pour favoriser une collaboration efficace, améliorer les conditions de travail, prévenir les risques professionnels et assurer le maintien en santé et en emploi des salariés. Des recommandations mal formulées ou perçues comme inapplicables risquent d'entraîner une incompréhension, un défaut d'application ou encore une impression de manque de rigueur. Cela peut non seulement nuire à la crédibilité du médecin du travail mais aussi inciter l'employeur à ignorer ou minimiser les préconisations, voire à limiter sa collaboration avec le SPST.

Améliorer la qualité rédactionnelle des préconisations présente donc plusieurs bénéfices majeurs : assurer une bonne compréhension et une meilleure application des mesures de prévention ; faciliter les relations entre l'employeur et le salarié ainsi qu'entre l'employeur et le médecin du travail ; éviter une perte de temps dans les échanges entre les différentes parties ; réduire le risque de contentieux prud'homal ou ordinal ; préserver et valoriser l'image du médecin du travail. La rédaction des préconisations doit ainsi reposer sur la clarté, la précision et la pertinence, afin de renforcer la transparence, la confiance et la portée de la démarche de prévention [1]. Le travail présenté ici étudie la capacité d'une intelligence artificielle à

évaluer, selon les critères énoncés ci-dessus, les préconisations des médecins du travail.

LES GRANDS MODÈLES DE LANGAGE

Les grands modèles de langage (*large language models*, LLMs) sont des systèmes d'intelligence artificielle (IA) conçus pour comprendre, interpréter et générer du texte en langage naturel. Ils reposent sur des réseaux de neurones, une architecture inspirée du cerveau humain, composée de couches interconnectées de « neurones » artificiels qui traitent et transmettent l'information. Contrairement aux programmes traditionnels qui suivent des instructions explicites, les LLMs apprennent à partir d'énormes quantités de données textuelles, identifiant des motifs, des structures grammaticales et des contextes sémantiques pour prédire et générer des séquences de mots cohérentes [3].

Un aspect clé des LLMs est leur caractère non déterministe, ce qui signifie que, pour une même entrée, le modèle peut produire des réponses différentes à chaque exécution [4, 5]. Cette variabilité est due aux mécanismes de probabilité intégrés dans leur fonctionnement, où chaque mot généré est sélectionné en fonction de sa probabilité conditionnelle, permettant ainsi une diversité de réponses et une créativité accrue dans la génération de contenu [5]. Les LLMs peuvent trouver des applications variées dans de nombreux domaines, même si leurs performances restent variables selon les contextes d'usage, les données disponibles et les attentes des utilisateurs. Dans l'assistance

virtuelle, ils peuvent fournir des réponses automatisées et interactives aux utilisateurs, susceptibles de contribuer à l'amélioration de l'expérience client [6]. En traduction automatique, ils peuvent convertir du texte d'une langue à une autre avec un niveau de précision souvent élevé, mais inégal selon les langues, les domaines et la complexité des contenus, ce qui peut néanmoins faciliter la communication multilingue. Pour la création de contenu, les LLMs peuvent générer des articles, des rapports et des scripts, offrant ainsi un appui aux créateurs dans la production de matériel original, sans garantir pour autant une adéquation parfaite aux attentes initiales. Dans l'analyse de données, ils peuvent aider à interpréter et résumer de vastes ensembles de données textuelles, bien que la pertinence des informations extraites dépende fortement de la qualité des entrées et du cadrage de la tâche. Enfin, dans le domaine de l'éducation, les LLMs peuvent assister l'apprentissage et l'enseignement en fournissant des explications et des réponses personnalisées aux étudiants [7], avec toutefois des résultats qui peuvent différer selon les besoins pédagogiques et le niveau de fiabilité attendu.

Cependant, malgré leurs capacités avancées, les LLMs présentent certaines limites. Ils peuvent générer des réponses factuellement incorrectes ou biaisées, voire des hallucinations (encadré 1), reflétant les données sur lesquelles ils ont été entraînés [8]. De plus, leur compréhension du contexte est limitée à l'information présente dans les données d'entraînement, ce qui peut engendrer des interprétations erronées. Il est donc essentiel d'utiliser ces modèles avec

discernement et de les compléter par une supervision humaine, en particulier dans des domaines sensibles comme la médecine ou le droit.

L'utilisation d'un LLM nécessite la formulation d'un prompt. Il s'agit d'une instruction ou une question formulée par l'utilisateur pour orienter le modèle dans la génération de sa réponse. La qualité et la précision du prompt influencent directement la pertinence des réponses produites. Parmi les bonnes pratiques de conception de prompts figurent la définition claire du rôle du modèle, le détail des attentes, l'utilisation

↓ Encadré 1

> LES HALLUCINATIONS

Les hallucinations dans les LLMs désignent des situations où le modèle affirme des informations qui, bien que syntaxiquement et sémantiquement correctes, sont factuellement fausses [8]. Sur les *benchmarks* SimpleQA et PersonQA, conçus pour évaluer la fiabilité factuelle des modèles de langage, SimpleQA mesure la précision sur des connaissances générales simples et la capacité du modèle à éviter les hallucinations, tandis que PersonQA évalue l'exactitude biographique, la désambiguïsation entre individus portant des noms similaires et la robustesse face aux erreurs d'attribution ou aux informations inventées. Sur ces deux tests, on utilisait pour cette étude hallucine dans respectivement 44 % et 16 % des cas, ce qui est inacceptable dans un contexte médical [9].

L'intelligence artificielle en santé au travail : évaluation de son potentiel pour renforcer la précision et la clarté des préconisations médicales

d'exemples illustratifs (« *few-shot prompting* »), l'optimisation de la longueur du prompt et l'intégration de la chaîne de raisonnement [10 à 13]. La performance de raisonnement des LLMs tend à diminuer à mesure que la longueur du prompt augmente [13].

Les LLMs ont également démontré une efficacité notable dans le domaine médical. Des études indiquent que certains systèmes égalent, voire surpassent, les médecins humains dans des compétences essentielles telles que le raisonnement clinique et les connaissances médicales. Par exemple, une étude a révélé que GPT-4 d'OpenAI, sans ajustement spécifique, dépasse le score de passage de l'examen de licence médicale des États-Unis (*United States medical licensing examination*, USMLE) de plus de 20 points, surpassant à la fois les modèles généralistes antérieurs et ceux spécifiquement entraînés sur des connaissances médicales [14]. Il convient toutefois de préciser que ces résultats portent sur des tests standardisés et ne signifient pas que les LLMs surpassent les médecins dans la pratique clinique globale.

De plus, GPT-4 a démontré une capacité à générer des réponses perçues comme empathiques lors d'interactions avec des patients. Une revue systématique l'a évalué sur des questions liées aux compétences relationnelles dans l'USMLE, où GPT-4 a répondu correctement à 90 % des questions, suggérant une aptitude à simuler certaines facettes de l'empathie humaine [15]. Une autre étude a évalué l'impact de l'assistance de GPT-4 sur le raisonnement des médecins en matière de gestion clinique. Les résultats ont montré que les médecins ainsi assistés

obtenaient des scores significativement plus élevés que ceux utilisant uniquement les ressources conventionnelles. Aucune différence significative n'a été observée entre les performances des médecins assistés par GPT-4 et celles de GPT-4 seul, ce qui suggère que l'assistance par un LLM peut améliorer le raisonnement des médecins dans des tâches de gestion clinique complexes [16].

LE MODÈLE O1 : UNE AVANCÉE EN RAISONNEMENT COMPLEXE

Le modèle o1 d'OpenAI, l'entreprise américaine à l'origine de ChatGPT et des différents modèles de la série GPT, se distingue par ses performances avancées en matière de raisonnement complexe. Comme ses prédécesseurs, o1 est basé sur l'architecture *Transformer*, une structure innovante qui utilise des mécanismes d'attention pour gérer efficacement les dépendances, c'est-à-dire les relations entre des mots ou concepts qui peuvent être éloignés dans une phrase ou dans le texte mais dont le lien est essentiel à la compréhension du sens global. Cette architecture permet au modèle de traiter et de comprendre des contextes étendus, améliorant ainsi la qualité et la pertinence des réponses générées [9]. Introduite par Vaswani et al. en 2017, l'architecture *Transformer* a révolutionné le traitement du langage naturel en se passant des réseaux récurrents, s'appuyant uniquement sur des mécanismes d'attention pour traiter les séquences de données [5]. L'un des aspects clés du modèle o1 est son apprentissage par

renforcement à grande échelle [17]. Cette méthode d'entraînement permet au modèle d'apprendre à prendre des décisions en recevant des récompenses pour les actions correctes et des pénalités pour les erreurs, optimisant ainsi ses performances en affinant ses capacités de prise de décision et en améliorant sa chaîne de raisonnement. La chaîne de raisonnement (*chain of thought*, COT) fait référence au processus interne par lequel le modèle décompose et analyse les informations pour générer une réponse cohérente et pertinente [18]. En améliorant cette chaîne de raisonnement, o1 est capable de structurer ses réponses de manière logique et de résoudre des problèmes complexes plus efficacement. L'approche de chaîne de raisonnement renforce également son alignement éthique en intégrant des politiques de sécurité directement dans le processus de raisonnement, minimisant ainsi les risques de comportements indésirables [9]. Les performances du modèle o1 dans des *benchmarks* rigoureux et son architecture avancée indiquent qu'il possède les capacités nécessaires pour égaler, voire dépasser, les systèmes actuels tels que GPT-4 dans le domaine médical.

En tirant parti de ces capacités avancées, l'objectif de ce travail est d'évaluer dans quelle mesure le modèle o1 peut identifier, dans les préconisations médicales formulées par les médecins du travail, les erreurs potentielles répondant aux cinq critères de mauvaise qualité précédemment cités (et le critère 0 d'absence d'erreur), avant leur transmission à l'employeur. L'exploitation du potentiel de reformulation ou de génération intégrale d'une préconisation n'a pas été retenue et testée, le rôle de l'IA

étant ici considéré comme un outil d'accompagnement et d'assistance aux professionnels dans leurs tâches, sans substitution à leur expertise.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

POPULATION D'ÉTUDE ET RÉFÉRENCE

Afin d'évaluer les capacités d'analyse du modèle o1, ses résultats ont été confrontés à ceux de préconisations ayant déjà fait l'objet d'une évaluation dans le cadre de la thèse du Dr N'Guessan [1]. L'analyse comparative a porté spécifiquement sur les préconisations ayant donné lieu à un consensus multidisciplinaire (CM) dans ce travail antérieur.

CATÉGORISATION DES DISCORDANCES

Chaque préconisation a été étudiée en fonction des cinq critères de mauvaise qualité précédemment cités. En cas de discordance entre le modèle o1 et le CM, celle-ci a été classée dans l'une des catégories suivantes par l'auteur avec l'aide d'un professeur en santé au travail :

- pas de discordance : les réponses du modèle o1 et du CM sont concordantes ;
- discordance justifiée : o1 donne un avis différent du CM, mais qui a été validé comme correct après réévaluation. Il peut s'agir, par exemple, d'une rupture du secret médical non détectée initialement par le CM et identifiée par le modèle, relevant ainsi d'une erreur du jugement initial ;
- discordance par excès : o1 détecte une erreur en raison d'un jugement trop sévère, par exemple

lorsqu'il considère l'expression « *RV médical* » comme relevant du critère 1 au motif que l'abréviation « *RV* » serait jugée imprécise ;

- discordance par défaut : o1 ne repère pas une erreur qui aurait dû être détectée et qui a été identifiée par le CM ;
- hallucination : o1 invente une réponse de toute pièce, sans rapport avec la question posée.

OPTIMISATION DU PROMPT

Afin d'atténuer ces hallucinations et d'obtenir des réponses plus précises, des prompts clairs et bien structurés ont été fournis au modèle. De plus, la performance de raisonnement des LLMs tendant à diminuer à mesure que la longueur du prompt augmente, des instructions concises mais exhaustives ont été privilégiées.

Le prompt a été testé et affiné itérativement sur une centaine de préconisations tirées au hasard et équitablement réparties dans la base de données, afin d'éviter le surentraînement. En effet, la base de données n'était pas constituée de manière aléatoire, ce qui entraînait la présence d'un style d'écriture homogène et d'erreurs récurrentes provenant d'un même auteur sur plusieurs préconisations successives. Autrement dit, il y avait un risque de surajuster le prompt aux biais de formulation de quelques médecins seulement. Sans une sélection véritablement aléatoire couvrant l'ensemble de la base, il devenait impossible de savoir si les performances obtenues auraient été généralisables à d'autres utilisateurs.

Cinq itérations successives ont été nécessaires avant d'obtenir un prompt permettant des taux de discordance par défaut et d'hallucinations proches de 0 %. Les

résultats ont été confrontés aux évaluations du CM à chaque itération. Le prompt final attribue au modèle le rôle d'un médecin du travail, lui demande d'analyser chaque préconisation de manière exhaustive selon les cinq critères prédéfinis, en procédant étape par étape (intégration de la chaîne de raisonnement) et en se concentrant uniquement sur les informations fournies, sans ajout d'informations extérieures. Ce prompt validé a ensuite été retesté sur 50 nouvelles préconisations tirées au hasard de la base de données afin de confirmer son efficacité.

CALCUL DE L'EFFECTIF ET ANALYSE STATISTIQUE

Le test de McNemar a été utilisé afin de comparer les proportions d'erreurs identifiées par le CM et celles identifiées par le modèle o1. Les intervalles de confiance des proportions ont été calculés selon la méthode de Wilson. Afin d'obtenir une précision d'environ $\pm 5\%$ (IC 95 %), l'effectif minimal garantissant une puissance suffisante pour détecter d'éventuelles différences significatives a été calculé selon la formule : $n = z^2 \times p(1 - p) / e^2$, avec $z = 1,96$ (intervalle de confiance à 95 %), $p = 0,5$ (variance maximale) et $e = 0,05$ (marge d'erreur), soit $n = 385$ préconisations.

Le prompt validé a ensuite été appliqué à ces 385 nouvelles préconisations, extraites aléatoirement de la base de données. Les résultats obtenus ont été soumis à une analyse comparative avec ceux issus de la thèse du Dr N'Guessan. Le niveau d'accord entre les deux approches a été évalué à l'aide du coefficient kappa de Cohen, qui mesure la concordance entre deux observateurs au-delà du simple effet du hasard. Son interprétation

L'intelligence artificielle en santé au travail : évaluation de son potentiel pour renforcer la précision et la clarté des préconisations médicales

a suivi les seuils proposés par Landis et Koch : $\kappa < 0,20$ (accord faible), $\kappa = 0,21-0,40$ (accord faible à modéré), $\kappa = 0,41-0,60$ (accord modéré), $\kappa = 0,61-0,80$ (accord substantiel) et $\kappa > 0,80$ (accord presque parfait). Une analyse descriptive par critère a également été réalisée.

Aucune des préconisations entrées dans le modèle ne comportait d'informations permettant d'identifier le salarié, l'entreprise, l'employeur, le médecin du travail ou le SPSTI émetteur de la préconisation.

RÉSULTATS

ANALYSE COMPARATIVE GLOBALE ENTRE LE CM ET O1

Parmi les 385 préconisations étudiées, des écarts notables sont observés entre le CM et le modèle o1. Globalement, le modèle détecte

plus fréquemment les critères d'imprécision (critère 1), de doute sur l'obligation (critère 2), d'informations hors annexe 4 (critère 3) et de changement de poste (critère 4) que le CM. Les différences sont statistiquement significatives et traduisent une tendance du modèle à multiplier la détection d'erreurs. À l'inverse, l'absence d'erreurs (critère 0) est plus fréquemment observée dans les évaluations du CM que dans celles du modèle, confirmant la propension de ce dernier à surestimer les anomalies. Le critère 5, correspondant à la rupture du secret médical, se distingue par des résultats plus proches entre le CM et o1, bien qu'il reste aussi plus élevé avec le modèle (tableau I).

L'analyse de concordance confirme ces constats : l'accord mesuré par le kappa de Cohen demeure faible pour les critères 0 à 3, atteint un niveau modéré pour le critère 4 et devient presque parfait pour le critère 5 (tableau I).

ANALYSE DESCRIPTIVE PAR CRITÈRE

Les taux de concordance entre le CM et le modèle o1 varient sensiblement selon les critères. Pour le critère 1 (imprécision), la concordance est de 61,3 %, mais accompagnée d'un taux non négligeable de discordances par excès, traduisant une tendance du modèle à surévaluer les erreurs. Le critère 2 (doute sur obligation) présente un taux de concordance de 45,5 %, avec des discordances par excès particulièrement marquées, confirmant cette même tendance. À l'inverse, les critères 3 à 5 se distinguent par des taux de concordance plus élevés : 77,1 % pour le critère 3, plus de 90 % pour le critère 4, et 96 % pour le critère 5. Les discordances y restent marginales, sans aucune discordance par défaut pour les critères 4 et 5. Il est à noter également l'absence complète d'hallucinations détectées (tableau II).

↓ Tableau I

➤ COMPARAISON DU TAUX DE DÉTECTION DES DIFFÉRENTS TYPES D'ERREURS ENTRE LE CONSENSUS MULTIDISCIPLINAIRE (CM) ET LE MODÈLE O1: POURCENTAGES, INTERVALLES DE CONFIANCE (MÉTHODE DE WILSON), SIGNIFICATIVITÉ (TEST DE MCNEMAR) ET NIVEAUX D'ACCORD (KAPPA DE COHEN, SEUILS DE LANDIS ET KOCH).

Critère	CM		o1		Significativité	Accord CM / o1	
	n (%)	IC 95%	n (%)	IC95%	valeur-p	Kappa de Cohen	Interprétation (Landis & Koch)
0 (Absence d'erreur)	83 (21,56 %)	(17,74 - 25,94)	18 (4,68 %)	(2,98 - 7,27)	5,42×10 ⁻²⁰	0,13	Accord faible (0,00 – 0,20)
1 (Imprécision)	236 (61,30 %)	(56,34 - 66,03)	355 (92,21 %)	(89,09 - 94,49)	3,01×10 ⁻³⁶	0,10	Accord faible (0,00 – 0,20)
2 (Doute sur obligation)	68 (17,66 %)	(14,18 - 21,79)	273 (70,91 %)	(66,18 - 75,22)	3,89×10 ⁻⁶²	0,14	Accord faible (0,00 – 0,20)
3 (Infos hors annexe 4)	32 (8,31 %)	(5,95 - 11,50)	95 (24,68 %)	(20,63 - 29,22)	2,17×10 ⁻¹⁹	0,13	Accord faible (0,00 – 0,20)
4 (Changement de poste)	12 (3,12 %)	(1,79 - 5,37)	35 (9,09 %)	(6,61 - 12,38)	2,38×10 ⁻⁰⁷	0,48	Accord modéré (0,41 – 0,60)
5 (Rupture secret médical)	50 (12,99 %)	(9,99 - 16,71)	63 (16,36 %)	(13,00 - 20,39)	2,44×10 ⁻⁰⁴	0,82	Accord presque parfait (0,81 – 1,00)

↓ **Tableau II**

➤ **POURCENTAGE DE DISTRIBUTION DES CONCORDANCES ET DIVERGENCES ENTRE LE CONSENSUS MULTIDISCIPLINAIRE ET O1 PAR CRITÈRE.**

Critère	Concordance n (%)	Divergence par excès n (%)	Divergence justifiée n (%)	Divergence par défaut n (%)	Hallucination n (%)
1 (Imprécision)	236 (61,3%)	75 (19,5%)	65 (16,9%)	9 (2,3%)	0 (0,0%)
2 (Doute sur obligation)	175 (45,5%)	117 (30,4%)	90 (23,4%)	3 (0,8%)	0 (0,0%)
3 (Infos hors annexe 4)	297 (77,1%)	38 (9,9%)	34 (8,8%)	16 (4,2%)	0 (0,0%)
4 (Changement de poste)	358 (93,0%)	17 (4,4%)	10 (2,6%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
5 (Rupture secret médical)	370 (96,1%)	11 (2,9%)	4 (1,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Total	74,60%	13,20%	10,54%	1,45%	0%

DISCUSSION

L'analyse de la classification du CM et du modèle o1 sur 385 préconisations a permis d'évaluer la capacité du modèle à détecter différents types d'erreurs dans la rédaction des préconisations médicales en santé au travail. Les résultats mettent en évidence des divergences statistiquement significatives entre l'évaluation humaine et celle effectuée par le modèle o1. Concernant le critère 0, qui correspond à l'absence totale d'erreurs dans les préconisations, le CM a identifié 21,56 % des préconisations comme étant correctement rédigées, contre seulement 4,68 % pour o1. Cette différence s'accompagne d'un accord faible entre les deux évaluateurs (o1 et CM). Cela suggère que o1 a tendance à considérer comme imparfaites des préconisations que l'humain juge acceptables, probablement en raison d'une interprétation plus stricte des critères de mauvaise qualité. Pour le critère 1, qui porte sur les formulations imprécises ou difficilement applicables pour l'employeur, o1 détecte des erreurs dans

92,21 % des cas, contre 61,30 % pour le CM. Le faible accord témoigne d'une possible sensibilité du modèle à l'imprécision syntaxique. Une tendance comparable se retrouve pour les critères 2 et 3. Pour le critère 2, o1 l'identifie dans 70,91 % des cas contre 17,66 % pour le CM, avec un accord faible. Pour le critère 3, les taux sont respectivement de 24,68 % et 8,31 %, avec un accord faible également. Concernant le critère 4, o1 le détecte dans 9,09 % des cas contre 3,12 % pour le CM, cette fois avec un accord modéré. Ces résultats suggèrent qu'o1 applique des filtres plus stricts dans la détection de ces critères. Pour le critère 5, qui touche à la rupture du secret médical ou à la divulgation d'informations confidentielles, les résultats sont plus convergents : 16,36 % pour o1 contre 12,99 % pour le CM. Le kappa atteint ici 0,82, traduisant un accord presque parfait entre les deux évaluateurs. Ce critère, plus objectif à évaluer, est moins sujet à interprétation. L'analyse descriptive montre malgré tout un taux d'accord de 74,6 % entre les évaluations. Une

divergence par excès est observée dans 13,2 % des cas, ce qui suggère que le modèle a appliqué des critères de détection plus stricts, voire excessifs. On retrouve 10,54 % de désaccords considérés comme justifiés, reflétant des différences d'interprétation acceptables qui peuvent favoriser une meilleure communication et une approche plus nuancée des recommandations médicales. À noter que la différence observée entre le taux d'accord global relativement élevé (74,6 %) et les valeurs faibles à modérées du Kappa de Cohen s'explique principalement par la prise en compte du hasard et la distribution déséquilibrée des critères évalués. En effet, le Kappa mesure l'accord au-delà de ce qui pourrait survenir par hasard. Ainsi, des divergences même minimales, particulièrement sur des critères rares ou très fréquents, impactent fortement le Kappa sans nécessairement réduire significativement le taux d'accord global. L'approche « rigoureuse » d'o1, qui applique des critères de détection souvent plus stricts que l'évaluateur humain, accentue ces divergences. Cela explique pourquoi un pourcentage

L'intelligence artificielle en santé au travail : évaluation de son potentiel pour renforcer la précision et la clarté des préconisations médicales

d'accord brut élevé ne garantit pas nécessairement un Kappa élevé.

Enfin, 1,45 % des divergences ont été identifiées comme de véritables erreurs de o1. Cependant, aucune de ces erreurs ne concerne le critère 5 relatif à la rupture du secret médical, ce qui souligne la fiabilité du modèle sur les aspects les plus sensibles des préconisations. En revanche, o1 a également détecté, à raison, de véritables ruptures du secret médical qui n'avaient pas été détectées par le CM. Ces préconisations avaient sûrement fait l'objet d'un consensus immédiat entre les deux étudiants et n'ont donc pas été réévaluées par des seniors. De plus, aucune hallucination n'a été observée dans les réponses générées par l'IA, démontrant la qualité du prompt utilisé et la capacité de o1 à fournir des analyses cohérentes et conformes aux attentes.

Ainsi, les divergences observées entre o1 et le CM dans cette étude semblent principalement résulter de l'approche « rigoureuse » de o1, qui privilégie la détection des incohérences et des erreurs potentielles par excès de précaution. Cette prudence favorise une meilleure identification des erreurs dans les préconisations médicales et offre un cadre structuré pour leur amélioration, sans nuire à l'indépendance du médecin du travail.

FORCES DE L'ÉTUDE

Une des forces de cette étude est qu'elle est la première à explorer le potentiel des grands modèles de langages à renforcer la précision et la rigueur des préconisations en médecine du travail. Elle a été réalisée sur un échantillon de préconisations suffisamment grand, garantissant une représentativité et une robustesse statistique

suffisante. Aussi, plusieurs médecins du travail ont évalué les préconisations afin de diminuer les biais de subjectivité, d'information et de disponibilité. Les préconisations ont également été prélevées de la base de données de 12 SPSTI permettant de diminuer un potentiel effet centre.

LIMITES DE L'ÉTUDE

La principale limite de cette étude réside dans le fait que l'analyse est influencée par l'interprétation des évaluateurs et que certains éléments contextuels ne sont pas pris en compte. En effet, les informations précises sur le poste occupé par le salarié et sur les contraintes spécifiques de son environnement de travail ne sont pas disponibles. Il est donc possible que certaines préconisations, bien que détectées comme problématiques, aient en réalité été adaptées à des situations particulières que o1 et les évaluateurs humains ne pouvaient pas connaître. Une autre limite est que le modèle utilisé, o1, est un modèle de raisonnement qui a ses capacités spécifiques de par les données et le mode d'entraînement qui lui sont propres. Les résultats de cette étude ne sont donc pas extrapolables à d'autres modèles. Une autre limite concerne la rapidité d'évolution des LLMs. Bien que le modèle utilisé dans cette étude soit l'un des plus avancés au moment de l'analyse des données (novembre 2024), les progrès dans ce domaine sont exponentiels. Ainsi, de nouveaux modèles de raisonnement, tels que GPT-5.4, Claude Opus 4.6 (développé par Anthropic), Grok-4.1 (développé par xAI), Gemini 3 (développé par Google) sont déjà parus depuis l'analyse statistique réalisée pour cette étude et surpassent déjà les capacités d'o1 sur de nombreux

benchmarks [19]. Cette dynamique implique que les résultats obtenus doivent être réévalués périodiquement à mesure que les capacités des LLMs évoluent.

PERSPECTIVES

Les résultats probants de cette étude peuvent présupposer de la pertinence de l'utilisation des LLMs dans d'autres aspects de la santé au travail et notamment l'aide à l'évaluation des risques professionnels ou l'accompagnement dans la rédaction et le suivi des dossiers médicaux des salariés. Au vu de la démographie médicale en berne en médecine du travail, il pourrait alors être pertinent d'intégrer cette technologie dans les pratiques des SPST afin de gagner en efficacité et proposer un meilleur suivi aux salariés. Pour y parvenir, il serait nécessaire d'évaluer rigoureusement les différents LLMs disponibles, à travers un *benchmark* dédié, testant spécifiquement leurs connaissances théoriques en santé au travail, leur raisonnement clinique et leur capacité à prendre en compte les particularités françaises. Cette démarche permettrait de vérifier leurs performances ainsi que leur innocuité avant d'en envisager une diffusion à plus grande échelle.

CONCLUSION

Les performances d'o1 dans cette étude montrent une capacité notable à identifier les erreurs de formulation dans les préconisations médicales, grâce à une rigueur élevée dans leur détection. Bien que o1 ait commis des erreurs d'appréciation, leur faible fréquence, la faible portée de ces erreurs ainsi que l'absence d'hallucination

confirment la fiabilité du modèle et son potentiel en tant qu'outil d'aide à la rédaction des préconisations en médecine du travail. Le modèle a également détecté des erreurs que le CM n'avait pas détectées au préalable. Ces résultats démontrent, *via* l'exemple d'o1, que les LLMs peuvent constituer un atout précieux pour améliorer la clarté et la pertinence des recommandations médicales, tout en renforçant la communication avec l'employeur, et donc la portée de la démarche de prévention, tout en réduisant les risques juridiques pour le médecin et les SPSTI. Par ailleurs, l'utilisation des LLMs pourrait s'avérer prometteuse pour des applications en santé au travail, telles que l'automatisation partielle des consultations, l'évaluation des risques professionnels ou encore le suivi des dossiers médicaux. Cela nécessite toutefois au préalable une évaluation rigoureuse de leurs performances en santé au travail *via* l'élaboration d'un *benchmark* dédié.

POINTS À RETENIR

- Évaluées par un consensus multidisciplinaire (CM), 78 % des préconisations des médecins du travail en Hauts-de-France présentent au moins un critère de mauvaise qualité.
- Le modèle de langage (LLM) o1 a évalué 385 préconisations et ses résultats ont été comparés à ceux du CM.
- Le taux d'accord global entre o1 et le CM a atteint 74,6 %.
- Aucune hallucination n'a été détectée sur l'ensemble des préconisations analysées.
- L'accord est presque parfait ($\kappa = 0,82$) pour la détection des ruptures du secret médical.
- Le modèle tend à surévaluer les erreurs (13,2 % de discordances par excès).
- Des erreurs initialement non détectées par le CM ont été identifiées à raison par le modèle.
- Le taux de discordances par défaut reste faible (1,45 %), sans aucune erreur sur le critère «*rupture du secret médical ou atteinte à la vie privée du salarié*».
- Les LLMs représentent un outil d'aide prometteur pour la relecture des préconisations en santé au travail.
- Un *benchmark* dédié en santé au travail est nécessaire pour évaluer rigoureusement les performances des différents LLMs pour d'autres applications.

BIBLIOGRAPHIE

1 | N'GUESSAN C — Analyse critique de la rédaction actuelle de préconisations chez les médecins du travail en Hauts de France. Thèse pour le diplôme d'État de docteur en médecine. Lille : Université de Lille, Faculté de Médecine Henri Warembourg ; 2024 : 46 p.

2 | Un premier bilan mitigé du contentieux des avis du médecin du travail. Communiqué de presse. AvoSial, LexisNexis, 2022 (<https://www.avosial.fr/medias/org-1522/shared/inaptitude-au-travail-etude-avosial-20.02.2022.pdf>).

3 | TELENTI A, AULI M, HIE BL, MAHER C ET AL. — Large language models for science and medicine. *Eur J Clin Invest*. 2024; 54 (6) : e14183.

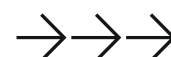
4 | OUYANG S, ZHANG JM, HARMAN M, WANG M — An Empirical Study of the Non-determinism of ChatGPT in Code Generation. *ACM Trans Softw Eng Methodol*. 2025; 34 (2) : 1-28.

5 | VASWANI A, SHAZEER N, PARMAR N, USZKOREIT J ET AL. — Attention Is All You Need. In: ArXiv. Cornell University (Cornell Tech), 2017 (<https://arxiv.org/abs/1706.03762>).

6 | SAJJADI MOHAMMADABADI SM, KARA BC, EYUPOGLU C, UZAY C ET AL. — A Survey of Large Language Models: Evolution, Architectures, Adaptation, Benchmarking, Applications, Challenges, and Societal Implications. *Electronics*. 2025; 14 (18) : 3580.

7 | SHARMA S, MITTAL P, KUMAR M, BHARDWAJ V — The role of large language models in personalized learning: a systematic review of educational impact. *Discov Sustain*. 2025 ; 6 : 243.

FIN DE LA
BIBLIOGRAPHIE
PAGE SUIVANTE



L'intelligence artificielle en santé au travail : évaluation de son potentiel pour renforcer la précision et la clarté des préconisations médicales

BIBLIOGRAPHIE (suite)

- 8 | HUANG L, YU W, MA W, ZHONG W ET AL. — A Survey on Hallucination in Large Language Models: Principles, Taxonomy, Challenges, and Open Questions. *ACM Trans Inf Syst.* 2025 ; 43 (2) : 1-55.
- 9 | L'apprentissage du raisonnement avec les LLM. OpenAI, 2024 (<https://openai.com/index/learning-to-reason-with-llms/>).
- 10 | XU N, MA X — DecoPrompt: Decoding Prompts Reduces Hallucinations when Large Language Models Meet False Premises. In: ArXiv. Cornell University (Cornell Tech), 2025 (<https://arxiv.org/abs/2411.07457>).
- 11 | CHEN B, ZHANG Z, LANGRENÉ N, ZHU S — Unleashing the potential of prompt engineering for large language models. *Patterns (N Y).* 2025 ; 6 (6) : 101260.
- 12 | WHITE J, FU Q, HAYS S, SANDBORN M ET AL. — A Prompt Pattern Catalog to Enhance Prompt Engineering with ChatGPT. In: ArXiv. Cornell University (Cornell Tech), 2023 (<https://arxiv.org/abs/2302.11382>).
- 13 | LEVY M, JACOBY A, GOLDBERG Y — Same Task, More Tokens: the Impact of Input Length on the Reasoning Performance of Large Language Models. In : Ku LW, Martins A, Srikumar V (Eds) — Proceedings of the 62nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers). ACL Anthology, 2024 (<https://aclanthology.org/2024.acl-long.818.pdf>).
- 14 | NORI H, KING N, MCKINNEY SM, CARIGNAN D ET AL. — Capabilities of GPT-4 on Medical Challenge Problems. In: ArXiv. Cornell University (Cornell Tech), 2023 (<https://arxiv.org/abs/2303.13375>).
- 15 | SORIN V, BRIN D, BARASH Y, KONEN E ET AL. — Large Language Models and Empathy: Systematic Review. *J Med Internet Res.* 2024 ; 26 : e52597.
- 16 | GOH E, GALLO RJ, STRONG E, WENG Y ET AL. — GPT-4 assistance for improvement of physician performance on patient care tasks: a randomized controlled trial. *Nat Med.* 2025 ; 31 (4) : 1233-38.
- 17 | HAVRILLA A, DU Y, RAPARTHY SC, NALMPANTIS C ET AL. — Teaching Large Language Models to Reason with Reinforcement Learning. In: ArXiv. Cornell University (Cornell Tech), 2024 (<https://arxiv.org/abs/2403.04642>).
- 18 | WEI J, WANG X, SCHUURMANS D, BOSMA M ET AL. — Chain-of-Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models In: ArXiv. Cornell University (Cornell Tech), 2023 (<https://arxiv.org/abs/2201.11903>).
- 19 | Humanity's Last Exam. Center for AI Safety & Scale, 2026 (<https://agi.safe.ai/>).

Identifier les sensibilisants chimiques : apport d'un modèle cellulaire pour l'évaluation des risques en santé au travail

AUTEURS :

M. Mourot, A. Coiscaud, J. Mathiot, S. Muller, S. Jacquenet, F. Battais.

Département Toxicologie et biométrie, INRS

EN RÉSUMÉ

Certaines substances chimiques peuvent induire des allergies qu'il est essentiel de prévenir. Chaque année, de nouvelles substances apparaissent sur le marché, entraînant des expositions pour les salariés. Il est donc nécessaire de disposer de méthodes fiables permettant de prédire le potentiel de sensibilisation respiratoire ou cutanée de ces substances. Cet article présente les résultats issus d'une méthode de culture de cellules dendritiques, dite BMDC, utilisée pour prédire le potentiel de sensibilisation des substances chimiques. Cette méthode a permis d'étudier les effets sensibilisants de plusieurs familles de substances chimiques rencontrées en milieu professionnel, telles que les substituts du bisphénol A (BPA), les biocides ou encore les mycotoxines.

MOTS CLÉS

Allergie / Produit chimique / Méthodologie / Bisphénol / Mycotoxine / Eczéma / Eau de Javel

LES ALLERGIES PROVOQUÉES PAR LES SUBSTANCES CHIMIQUES EN MILIEU PROFESSIONNEL

En contexte professionnel, les salariés sont exposés à des substances chimiques, certaines pouvant provoquer le développement de maladies allergiques. Ces allergies peuvent s'exprimer sous forme de symptômes cutanés (il s'agit de la dermatite de contact allergique ou de l'urticaire) ou sous forme de symptômes respiratoires (il s'agit de l'asthme ou de la rhinite allergiques).

Ces maladies affectent le devenir professionnel des salariés concernés. Les données épidémiologiques suggèrent que 9 à 25 % des cas d'asthme déclarés sont en relation avec une exposition professionnelle [1] et la dermatite de contact allergique représente 20 % des maladies professionnelles cutanées [2].

Parmi les principales substances responsables de dermatite de contact allergique professionnelle, peuvent être cités les métaux, les allergènes contenus dans les produits utilisés en coiffure ainsi que divers biocides. Les métiers les plus concernés diffèrent selon le sexe : chez les femmes, les métiers de la coiffure, du soin ou du nettoyage sont les plus concernés, tandis que chez les hommes, ce sont surtout les maçons et les mécaniciens. Pour l'asthme d'origine professionnelle, les agents incriminés relèvent majoritairement des produits d'entretien, suivis par les poussières de farine et par les produits de coiffure, notamment les persulfates alcalins. Là encore, l'exposition varie selon les professions : chez les femmes, les métiers du nettoyage et de la coiffure sont les plus touchés ; chez les hommes, ce sont principalement les boulangers-pâtisseries [3]. Il s'agit donc d'un risque professionnel majeur et la mise en place de mesures de prévention

Identifier les sensibilisants chimiques: apport d'un modèle cellulaire pour l'évaluation des risques en santé au travail

au poste de travail est indispensable. Si l'évaluation des risques met en évidence un risque d'exposition à un agent sensibilisant, ce risque doit être supprimé. À défaut, lorsque cela est techniquement possible, la substitution du produit ou du procédé exposant par un produit ou un procédé non dangereux ou moins dangereux doit être recherchée. Lorsque ni la suppression, ni la substitution des agents sensibilisants n'est possible, les mesures de prévention collectives doivent permettre de réduire le risque au niveau le plus faible. En complément des mesures de protection collective, des équipements de protection individuelle (EPI) doivent être portés par les opérateurs si un risque résiduel a été mis en évidence [3].

LES MÉCANISMES IMMUNOLOGIQUES DE LA SENSIBILISATION CUTANÉE

La voie impliquée dans la sensibilisation cutanée (AOP, *adverse outcome pathway* ou voie de l'effet néfaste) comprend différentes étapes, depuis l'événement moléculaire initiateur jusqu'aux manifestations cliniques allergiques, en passant par plusieurs événements clés ou *key events* (KE) (figure 1) [4]. Brièvement, la liaison covalente d'un haptène¹ avec les protéines de la peau (événement moléculaire initiateur : KE1) induit l'activation (voie antioxydante par exemple) des kératinocytes qui sont les principales cellules constituant la barrière épithéliale de la peau et l'émission de signaux de dangers (KE2) qui induisent à leur tour le recrutement et la maturation des cellules dendritiques locales (KE3);

ces dernières vont ensuite migrer dans les ganglions lymphatiques drainant le site d'exposition pour présenter le peptide antigénique, associé aux molécules du complexe majeur d'histocompatibilité (CMH), aux lymphocytes T (LT) afin de les activer (KE4). Le premier contact avec l'allergène menant à la prolifération et à l'activation des LT est l'étape de sensibilisation. Une fois les LT activés, l'apparition des symptômes cliniques de l'allergie se fera à l'occasion de contacts ultérieurs avec le même allergène.

1. Un haptène est une substance de faible poids moléculaire (< 1000 daltons), qui en se liant avec une molécule peptidique ou polysaccharidique, devient un allergène capable d'induire une réponse immunitaire. Ce phénomène de liaison est appelé «hapténisation».

LES OUTILS À DISPOSITION POUR ÉVALUER LE DANGER

L'AOP décrite ci-dessus fournit le cadre scientifique des lignes directrices de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et clarifie

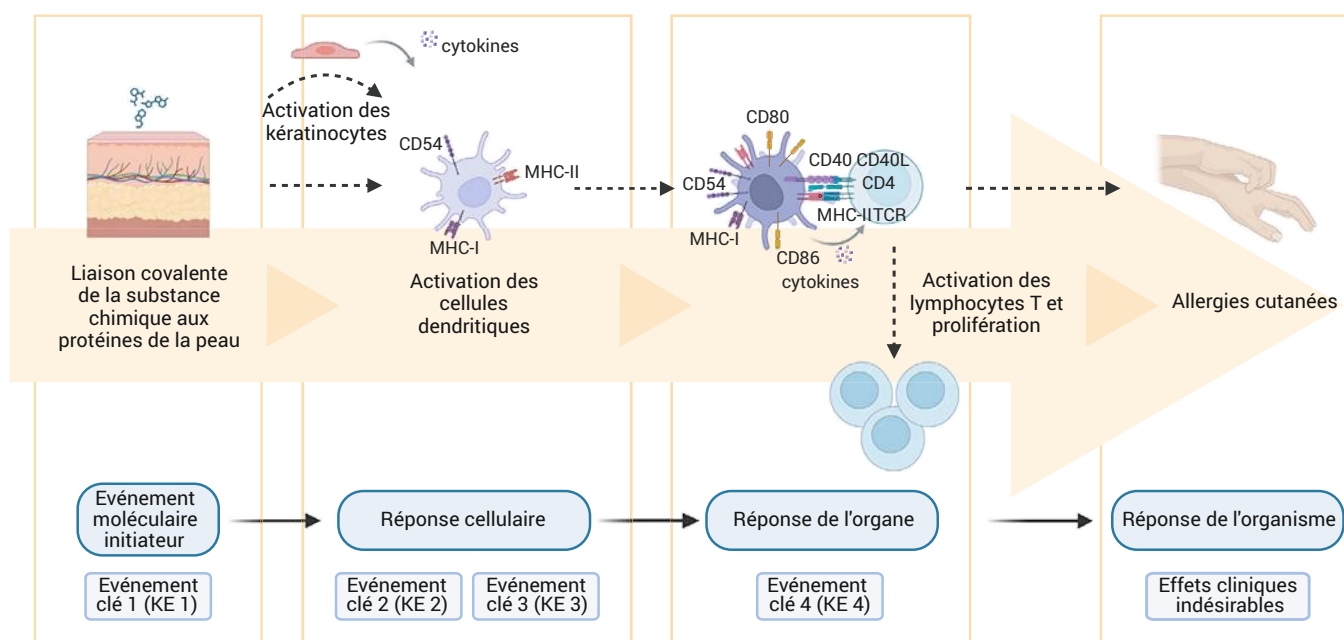


Figure 1: Événements clés menant au développement de la sensibilisation cutanée (figure créée par l'auteur dans BioRender)

la logique des tests existants et la nature des signaux obtenus ; elle aide à interpréter leur signification toxicologique afin de hiérarchiser les substances et orienter les mesures de maîtrise du risque.

Traditionnellement, la sensibilisation allergique aux produits chimiques a été évaluée sur des animaux de laboratoire. Le modèle LLNA (*local lymph node assay* ou essai de stimulation locale des ganglions lymphatiques) mesure la prolifération des cellules ganglionnaires chez des souris exposées aux substances chimiques. Ce modèle fait l'objet de la ligne directrice 429 de l'OCDE et concerne le KE4 [5].

Depuis une dizaine d'années et suite à la réglementation européenne relative à l'utilisation des animaux à des fins expérimentales [6], plusieurs modèles alternatifs non animaux ont été développés et validés pour l'évaluation du danger relatif aux sensibilisants chimiques. Ces méthodes couvrent les différents KE de l'AOP de la sensibilisation cutanée (*figure 1, tableau I, page suivante*) :

- des essais *in chemico* quantifient la réactivité des substances chimiques envers des peptides, indicateur robuste du mécanisme d'hapténisation (KE1) ;
 - des méthodes cellulaires utilisant des kératinocytes permettent d'évaluer l'activation précoce de ces cellules *via* l'induction de la voie antioxydante (KE2) ;
 - des tests utilisant des cellules myéloïdes animales ou humaines mesurent l'expression de marqueurs présents à la surface des cellules, tels que CD86² ou CD54, ou encore l'expression d'un panel de gènes fournissant une indication directe de l'activation immunologique des cellules dendritiques (KE3).
- L'OCDE recommande désormais les approches qui combinent ces

essais (KE1, KE2 et KE3) (ligne directrice 497), afin d'améliorer la précision de l'identification du danger tout en limitant le recours à l'animal.

L'identification précoce des substances sensibilisantes est essentielle pour prévenir la survenue de maladies professionnelles allergiques et les méthodes alternatives aux tests sur animaux se multiplient. Elles n'évaluent souvent qu'une partie des mécanismes conduisant à la sensibilisation cutanée. Dans ce contexte, l'INRS a développé le test BMDC (*bone marrow derived dendritic cells* ou cellules dendritiques dérivées de la moelle osseuse) qui apparaît comme un outil particulièrement robuste pour prédire le potentiel sensibilisant des substances chimiques en tant que méthode individuelle.

LE MODÈLE BMDC : UN TEST CENTRÉ SUR L'ACTIVATION DES CELLULES DENDRITIQUES

LE PRINCIPE DE CE MODÈLE ET SON INTERPRÉTATION

Le modèle BMDC repose sur la mesure de marqueurs d'activation à la surface de cellules dendritiques dérivées de moelle osseuse de souris exposées à des substances chimiques. Ces cellules ont l'avantage d'être faciles à obtenir et d'avoir un phénotype homogène. Elles conduisent à des résultats reproductibles tout en réduisant le nombre d'animaux utilisés par rapport au modèle LLNA. Le modèle BMDC permet d'évaluer le KE3 de l'AOP de la sensibilisation cutanée. Brièvement, les cellules sont exposées à une gamme de concentration croissante et sub-cytotoxique

(< 25 % de cytotoxicité) de la substance chimique d'intérêt, puis l'expression de récepteurs de surface (CD80, CD86, CD40, CD54, CMH-I et CMH-II), marqueurs de l'activation des cellules dendritiques, est mesurée par cytométrie en flux. Un index de stimulation (SI) de 2, traduisant un doublement de l'expression de chacun des marqueurs sur les cellules exposées par rapport aux cellules non exposées, indique un potentiel de sensibilisation de la substance testée. La concentration effective permettant d'induire le doublement de l'expression de ces marqueurs, notée EC2, est ensuite calculée pour chaque substance. La valeur de cette EC2 permet de classer les substances selon cinq catégories en fonction de leur potentiel de sensibilisation cutanée :

- sensibilisant extrême :
EC2 ≤ 10 µM ;
- sensibilisant fort :
10 µM < EC2 ≤ 120 µM ;
- sensibilisant modéré :
120 µM < EC2 ≤ 550 µM ;
- sensibilisant faible :
550 µM < EC2 ≤ 8500 µM ;
- non sensibilisant :
EC2 ≥ 8500 µM.

La sécrétion de cytokines inflammatoires par les cellules est également mesurée afin d'évaluer l'état fonctionnel de ces dernières. Ainsi, les taux des cytokines CCL2³, CCL3, CCL4 et CCL5 sont mesurés par cytométrie dans les milieux de culture des BMDC exposées à la concentration maximale testée de chaque produit chimique.

DES PERFORMANCES SUPÉRIEURES OU ÉQUIVALENTES AUX MODÈLES VALIDÉS PAR L'OCDE

Dans une étude récente, portant sur plus de 120 substances

3. CCL2 :
Chemokine
(C-C motif)
ligand 2 ou
chimiochine
ligand 2
du motif C-C

2. CD pour classe
de différenciation

Identifier les sensibilisants chimiques: apport d'un modèle cellulaire pour l'évaluation des risques en santé au travail

↓ **Tableau I**

> MODÈLES PRÉDICTIONNELS NON ANIMAUX RETENUS DANS LA LIGNE DIRECTRICE 497 DE L'OCDE ET VALIDÉS POUR ÉVALUER LA SENSIBILISATION CUTANÉE

Modèles prédictifs retenus dans la ligne directrice n°497 de l'OCDE	Acronyme ou nom	Nom du test en anglais	Nom du test en français	Événement clé (KE) ciblé	Description du KE ciblé
442C	DPRA	<i>Direct Peptide Reactivity Assay</i>	Essai de réactivité directe à des peptides	KE1	Liaison covalente de la substance chimique aux protéines de la peau
442C	ADRA	<i>Amino acid Derivative Reactivity Assay</i>	Essai de réactivité à des dérivés d'acides aminés	KE1	Liaison covalente de la substance chimique aux protéines de la peau
442C	kDPRA	<i>kinetic Direct Peptide Reactivity Assay</i>	Essai cinétique de réactivité directe à des peptides	KE1	Liaison covalente de la substance chimique aux protéines de la peau
442D	KeratiNOsens™		Essai d'activité de la luciférase sous contrôle de l'élément de réponse anti-oxydant ARE dans une lignée de kératinocytes humains	KE2	Activation des kératinocytes via la voie ARE-Nrf2
442D	LuSens		Essai d'activité de la luciférase sous contrôle de l'élément de réponse anti-oxydant ARE dans une lignée de kératinocytes humains	KE2	Activation des kératinocytes via la voie ARE-Nrf2
442E	h-CLAT	<i>Human Cell Line Activation Test</i>	Essai d'activation cellulaire de la lignée myéloïde humaine THP-1	KE3	Activation des cellules dendritiques
442E	U-SENS™	<i>U937 cell line activation Test</i>	Essai d'activation cellulaire de la lignée myéloïde humaine U937	KE3	Activation des cellules dendritiques
442E	IL-8 luc	<i>Interleukine-8 (IL-8) Reporter Gene Assay</i>	Essai d'activité de la luciférase sous contrôle de l'IL-8 dans la lignée myéloïde humaine THP-1	KE3	Activation des cellules dendritiques
442E	GARDskin®	<i>Genomic Allergen Rapid Detection</i>	Détection génomique rapide des allergènes pour l'évaluation des sensibilisants cutanés	KE3	Activation des cellules dendritiques

OCDE: Organisation de coopération et de développement économiques

industrielles, le modèle BMDC a démontré de très bonnes performances par rapport aux autres modèles validés pour différencier les sensibilisants (cutanés ou respiratoires) des non sensibilisants. Son avantage est également de déterminer le pouvoir sensibilisant des substances en fournissant une mesure quantitative comparable à celle issue du modèle LLNA [7]. Aucune autre méthode cellulaire ne permet cette classification catégorielle.

En se basant sur les données de classification issues du modèle LLNA, le BMDC présente une sensibilité supérieure (0,93) et une spécificité supérieure (0,84) aux autres modèles validés évaluant le KE3. Il est donc en mesure de détecter de façon plus précise les sensibilisants avec un faible potentiel et il est moins sujet aux faux-positifs que les autres méthodes. En comparaison aux classifications basées sur les données humaines (test de maximisation humaine – HMT – et test épicutané de dommages par applications répétées – HRIPT), extraites de la plateforme *Pred-Skin*, les performances du BMDC sont également supérieures ou égales aux autres modèles.

Le BMDC présente donc plusieurs avantages :

- il s'agit d'un test intégré, qui reflète la physiologie immunitaire en se basant sur une réaction cellulaire complexe ;
- il permet d'analyser les pré-et pro-haptènes : ces substances nécessitant respectivement une oxydation ou une métabolisation pour devenir sensibilisantes sont souvent mal détectées par les tests qui explorent les KE1 ou KE2 ;
- il présente une sensibilité élevée qui permet de détecter des substances ayant un faible

potentiel sensibilisant et minimise donc le risque de sous-évaluation du danger ;

- il bénéficie d'une reproductibilité interne au laboratoire élevée. Les données BMDC sont issues d'un large panel de substances testées dans des conditions maîtrisées.

UN MODÈLE ACCOMPAGNÉ D'UN OUTIL DE PRÉDICTION QSAR POUR LE CRIBLAGE DES SENSIBILISANTS CHIMIQUES

Suite à la mise au point du modèle BMDC, un modèle de prédiction quantitative *in silico*, reliant la structure chimique des substances à leur activité biologique a été publié [8]. Cet outil QSAR (*quantitative structure-activity relationship*) permet de prédire le potentiel sensibilisant des substances chimiques avec un niveau de confiance associé. Il offre un outil de criblage rapide des substances chimiques et donc une aide pour prioriser les substances à tester en laboratoire. Il est accessible via une plateforme publique en ligne⁴.

EXEMPLES D'APPLICATION

SUBSTITUTS DU BISPHÉNOL A (BPA) : UN RISQUE DE SENSIBILISATION ALLERGIQUE POUR LES SALARIÉS (tableau II page suivante)

Le BPA est un composant chimique largement utilisé depuis plus de 50 ans dans la fabrication des plastiques polycarbonates, des résines époxy et du papier thermique [9 à 11]. En raison de sa toxicité pour la reproduction et de son action

de perturbateur endocrinien [12], son utilisation a été restreinte en Europe. Le BPA est classé reprotoxique de catégorie 1B selon la réglementation européenne sur la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances et mélanges (*classification, labelling and packaging* ou classification CLP). C'est pourquoi le BPA est considéré comme substance extrêmement préoccupante par l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA pour *European chemicals agency*) et qu'il a été banni de la composition des biberons en plastique en Europe [13] et dans tous les emballages alimentaires en France depuis 2011. Par ailleurs, le BPA est classé sensibilisant cutané de catégorie 1. La réglementation de plus en plus restrictive à l'égard de son utilisation a conduit à son remplacement progressif par des substances de substitution, sans que leurs effets toxiques soient réellement évalués. Or certaines études suggèrent que ces substituts pourraient présenter des effets de toxicité, dont des effets sur le système immunitaire [14]. En l'occurrence, des cas de dermatite de contact allergique ont été signalés chez des ouvriers travaillant à la construction du métro à Taipei et utilisant de la résine époxy à base de bisphénol F (BPF) [15]. Dans une étude portant sur plus de 3 500 participants adultes et plus de 700 enfants issus de la population générale américaine, une association a été faite entre les concentrations urinaires de BPA, de BPF ou encore de bisphénol S (BPS) et la prévalence d'asthme ou de rhinite allergiques, sur la base d'auto-questionnaires médicaux [16].

Le potentiel de sensibilisation du BPA et de 27 de ses substituts, utilisés dans l'industrie, a donc été évalué afin de déterminer si ces

4. https://chematlas.chimie.unistra.fr/cgi-bin/predictor_reach.cgi, choisir « Human health » puis le modèle « Skin sensitization (BMDC) – Classification ».

Identifier les sensibilisants chimiques: apport d'un modèle cellulaire pour l'évaluation des risques en santé au travail

↓ Tableau II

➤ RÉSULTATS DE L'ÉTUDE SUR LES SUBSTITUTS DU BISPHÉNOL A

Nom de la substance chimique	Numéro CAS	CLP*	EC2 BMDC	Classification BMDC
4,4'-[Méthylènebis(oxy-2,1-éthanediylsulfanediy)]diphénol (DD-70)	93589-69-6	/	5	Extrême
4-[(4-Isopropoxyphényl)sulfonyl]phénol (D-8)	95235-30-6	/	15	Fort
3,3,5,5-tétraméthylbisphénol F (TMBPF)	5384-21-4	/	16	Fort
Bis[4-(2,3-époxypropoxy)phényl]propane (Ether diglycidique du bisphénol A, BADGE)	1675-54-3	Ss	20	Fort
5,5'-(2,2-Propanediyl)di(2-biphényl) (Bisphénol PH, BPPH, BisOPP-A)	24038-68-4	Ss	20	Fort
4,4'-Sulfonylbis(2-allylphénol) (TGSA)	41481-66-7	Ss	22	Fort
1,4-bis(2-(4-hydroxyphényl)-2propyl)benzène (Bisphénol P)	2167-51-3	/	22	Fort
4-[(4-Allyloxy)phényl]sulfonyl]phénol (BPS-MAE)	97042-18-7	/	25	Fort
4-[(4-Benzyloxyphényl)sulfonyl]phénol (BPS-MPE)	63134-33-8	/	27	Fort
bis-(4-hydroxyphényl)diphénylméthane (Bisphénol BP)	1844-01-5	/	27	Fort
4,4'-[1,3-Phénylènedi(propane-2,2-diyl)]diphénol (Bisphénol M, BPM)	13595-25-0	Ss	29	Fort
Bisphénol F fluorène (BHPF)	3236-71-3	/	35	Fort
4,4'-(Hexafluoroisopropylidène)diphénol (Bisphénol AF, BPAF)	1478-61-1	/	39	Fort
4,4'-cyclohexylidènediphénol (Bisphénol Z)	843-55-0	/	39	Fort
4,4'-isopropylidenedi-o-crésol (Bisphénol C)	79-97-0	Ss	53	Fort
4,4'-(1-Phényl-1,1-éthanediyl)diphénol (Bisphénol AP, BPAP)	1571-75-1	/	59	Fort
4,4'-(1-méthylpropylidène)bispénol (bisphénol B, BPB)	77-40-7	Ss	66	Fort
4-Hydroxybenzoate de benzyle (PHBB)	94-18-8	Sirr & Rirr	75	Fort
Phénol, 4,4'-sulfonylbis-, polymère avec 1,1'-oxybis[2-chloroéthane] (D-90)	191680-83-8	/	82	Fort
4,4'-Sulfonyldiphénol (Bisphénol S, BPS)	80-09-1	/	89	Fort
2,2',6,6'-Tétrabromo-4,4'-Isopropylidenediphénol (Tétrabromobisphénol A)	79-94-7	/	99	Fort
4-Tert-Butylphénol (PTBP)	98-54-4	Sirr	120	Modéré
Bis(4-hydroxyphényl)acétate de méthyle (MBHA)	5129-00-0	/	122	Modéré
N-(p-Toluènesulfonyl)-N'-(3-p-toluènesulfonyl-oxyphényl) urée (Pergafast® 201)	232938-43-1	/	122	Modéré
4,4'-(2,2-Propanediyl)diphénol (Bisphénol A, BPA)	80-05-7	Ss	124	Modéré
4,4'-Éthylidenebisphénol (Bisphénol E)	2081-08-5	/	145	Modéré
2-[(4-Hydroxyphényl)sulfonyl]phénol (2,4-BPS)	5397-34-2	/	214	Modéré
Phénol	108-95-2	/	1094	Faible
4,4'-Méthylènediphénol (Bisphénol F, BPF)	620-92-8	Ss	NA	Non sensibilisant

* Les mentions en gras indiquent la classification CLP harmonisée. Les mentions en maigre indiquent la classification proposée par les déclarants sur le site web de l'ECHA.

/: pas de données connues

ECHA: European chemicals agency. Agence européenne des produits chimiques

CAS: numéro d'enregistrement unique auprès de la banque de données de Chemical Abstracts Service, une division de l'American Chemical Society.

CLP: classification labelling and packaging. Réglementation européenne relative à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances chimiques

EC2 BMDC: concentration de la substance chimique nécessaire pour induire un doublement de l'expression du marqueur d'activation CD80 sur les cellules BMDC

BMDC: bone marrow derived dendritic cells (cellules dendritiques dérivées de la moelle osseuse)

Ss: sensibilisant cutané

Sirr: irritant cutané

Rirr: irritant respiratoire

NA: non applicable

derniers constituaient des alternatives réellement plus sûres. Les résultats ont montré que toutes les substances testées, à l'exception du BPF, avaient la capacité à activer de façon significative les cellules via l'expression de la protéine CD80⁵ et la sécrétion de cytokines inflammatoires. La classification des substances selon leur potentiel sensibilisant et d'après le modèle BMDC est résumée ci-après :

- une substance, le DD-70, a été classée comme sensibilisant extrême ;
- 20 substances ont été classées comme sensibilisants forts (dont le BPS et le TMBPF présentés comme des alternatives plus sûres dans les papiers thermiques ou les revêtements époxy, respectivement) ;
- 6 substances ont été classées comme sensibilisants modérés (dont le BPA) ;
- seul le BPF a été classé comme non sensibilisant.

Au total, 24 des 27 substituts testés ont montré un potentiel de sensibilisation supérieur au BPA.

Les cytokines CCL3, CCL4 et CCL5 étaient particulièrement augmentées après exposition aux sensibilisants les plus puissants, témoignant d'une activation immunologique forte. À l'inverse, les substances classées comme sensibilisants modérés ou faibles n'induisaient qu'une réponse cytokinique limitée. L'exposition à la majorité des substances testées n'a eu aucun effet sur la sécrétion de CCL2 par les BMDC. En effet, la sécrétion de CCL2 était soit légèrement diminuée, soit inchangée dans le milieu de culture, et cela n'était pas associé au potentiel sensibilisant. Or il a été montré que les cytokines sécrétées par les cellules dendritiques jouaient un rôle dans la différenciation des LT : CCL2 induisait préférentiellement la différenciation des LT vers un

5. Pour des raisons de clarté, les effets des substances présentés dans cet article se limiteront à l'activation du CD80, qui est le marqueur d'effet majoritaire parmi les marqueurs testés.

phénotype Th2 [17], tandis que la sécrétion de CCL3, CCL4 et CCL5 favorisait davantage une différenciation Th1 [18]. Les résultats de cette étude ont montré que les BMDC activées pouvaient sécréter des cytokines de type Th1 lorsqu'elles sont exposées aux sensibilisants les plus puissants testés dans cette étude. Ceci est très intéressant car les cellules Th1 et Th2 sont connues pour être respectivement impliquées de manière préférentielle dans le développement de la sensibilisation cutanée et respiratoire.

Les résultats montrent que la majorité des substituts du BPA actuellement utilisés dans l'industrie possèdent un potentiel de sensibilisation supérieur à celui du BPA, alors même que peu d'entre eux sont classés comme sensibilisants selon la réglementation européenne. Ces substances partagent une structure chimique commune (noyaux phénoliques), susceptible de favoriser l'activation des cellules immunitaires. Cette étude souligne également que le BPF, considéré comme une alternative plus sûre, apparaît effectivement comme le seul substitut non sensibilisant. Selon les données récentes, aucune étude n'a encore examiné le potentiel sensibilisant du DD-70, bien qu'il s'agisse d'une des alternatives proposées pour remplacer le BPA dans le papier thermique [19]. Le PTBP a été classé par le modèle BMDC comme sensibilisant modéré, ce qui est corroboré par certains cas cliniques qui ont mis en évidence le rôle du PTBP dans les allergies cutanées bien qu'aucune autre étude récente n'ait été menée [20]. Le BisOPP-A, le BPC et le BPB sont soupçonnés d'être des sensibilisants cutanés. Les données issues de cette étude le réaffirment. Le TGSA, le BADGE et le BPM sont

classés comme sensibilisants cutanés selon le règlement CLP et, en effet, ils ont été classés comme sensibilisants forts avec le modèle BMDC. Les dérivés du BPS, à savoir le BPS-MAE, le BPS-MPE, le TGSA et le D-8, ont montré un potentiel sensibilisant plus fort que le BPS. Seul le 2,4-BPS, un métabolite du BPS, avait un potentiel inférieur à celui du BPS. Le D-8, le TGSA et le 2,4-BPS sont utilisés comme alternatives au BPS dans le papier thermique [21].

En conclusion, les résultats de cette étude suggèrent que la grande majorité des substances alternatives au BPA testées sont des sensibilisants potentiels. Parmi 27 substituts du BPA, 24 étaient des sensibilisants plus puissants que le BPA lui-même. Étant donné que ces substances chimiques sont susceptibles d'être largement utilisées, elles devraient faire l'objet de tests supplémentaires, notamment pour évaluer leur potentiel sensibilisant et être reconsidérées comme substituts appropriés au BPA. Ces résultats appellent à une vigilance accrue quant à leur usage en milieu professionnel et à la mise en place de mesures de prévention adaptées pour limiter l'exposition des travailleurs [22].

EXPOSITION PROFESSIONNELLE AUX BIOCIDES : DES RISQUES DE SENSIBILISATION À NE PAS NÉGLIGER

(tableau III page suivante)

Les biocides sont présents dans de nombreux produits du quotidien et dans divers secteurs professionnels (désinfectants, conservateurs, produits de lutte contre les nuisibles...). Les travailleurs impliqués dans leur fabrication, formulation ou utilisation, notamment dans le milieu industriel, de la santé ou du nettoyage, peuvent être exposés à

Identifier les sensibilisants chimiques: apport d'un modèle cellulaire pour l'évaluation des risques en santé au travail

↓ Tableau III

> RÉSULTATS DE L'ÉTUDE SUR LES BIOCIDES

Nom de la substance chimique	Numéro CAS	CLP*	EC2 BMDC	Classification BMDC
Chlorure de cétylpyridinium	123-03-5	Sirr & Rirr	0,02	Extrême
Chlorure de didécyldiméthylammonium	7173-51-5	/	0,04	Extrême
Chlorure de benzalkonium	68424-85-1	/	0,17	Extrême
Hydraméthylnone	67485-29-4	/	1	Extrême
Chlorhexidine	18472-51-0	/	2	Extrême
Fipronil	120068-37-3	/	11	Fort
Deltaméthrine	52918-63-5	Ss	12	Fort
Octylisothiazolinone	26530-20-1	Ss	16	Fort
Glutaraldéhyde	111-30-8	Ss & Rs	17	Fort
Triclosan	3380-34-5	Sirr	24	Fort
Bronopol	52-51-7	Sirr & Rirr	48	Fort
Méthylisothiazolinone	2682-20-4	Ss	62	Fort
Nanoparticules d'argent	7440-22-4	/	80	Fort
Orthophénylphénol	90-43-7	Ss	102	Fort
5-Méthylloxazolidine	66204-44-2	Ss	105	Fort
Chlorocrésol	59-50-7	Ss	111	Fort
Formaldéhyde	50-00-0	Ss	119	Fort
Peroxyde d'hydrogène	7722-84-1	Rirr	126	Modéré
Dichloroisocyanurate de sodium	2893-78-9	Rirr	199	Modéré
Hypochlorite de sodium	7681-52-9	Sirr & Rirr	600	Faible
Acide 2-éthylhexanoïque	149-57-5	/	626	Faible
Perméthrine	52645-53-1	Ss	NA	Non déterminé
Diflubenzuron	35367-38-5	/	NA	Non déterminé

* Les mentions en gras indiquent la classification CLP harmonisée. Les mentions en maigre indiquent la classification proposée par les déclarants sur le site web de l'ECHA.

/: pas de données connues

ECHA: European chemicals agency. Agence européenne des produits chimiques

CAS: numéro d'enregistrement unique auprès de la banque de données de Chemical Abstracts Service, une division de l'American Chemical Society.

CLP: classification labelling and packaging. Réglementation européenne relative à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances chimiques

EC2 BMDC: concentration de la substance chimique nécessaire pour induire un doublement de l'expression du marqueur d'activation CD80 sur les cellules BMDC

BMDC: bone marrow derived dendritic cells (cellules dendritiques dérivées de la moelle osseuse)

Ss: sensibilisant cutané

Rs: sensibilisant respiratoire

Sirr: irritant cutané

Rirr: irritant respiratoire

NA: non applicable

ces substances. Plusieurs biocides sont connus pour leur toxicité vis-à-vis du système immunitaire. Des études épidémiologiques ont mis en évidence une fréquence élevée de dermatite de contact allergique et d'asthme professionnels chez les personnes exposées :

- la dermatite de contact allergique touche jusqu'à 30 % des agents de nettoyage [23];
- le formaldéhyde et les libérateurs de formaldéhyde provoquent des dermatites de contact allergiques, notamment chez les métallurgistes, les coiffeurs, les masseurs ou les personnels de santé, en rapport avec l'utilisation de fluides de coupe, de shampoings, crèmes et huiles de massage, produits de lavage des mains et détergents [24];
- les isothiazolinones (dont la méthylisothiazolinone et la benzisothiazolinone) sont impliquées dans la survenue de dermatite de contact allergique chez les peintres et les vernisseurs [25, 26];
- l'exposition aux ammoniums quaternaires augmente le risque d'asthme professionnel chez les personnels de santé [27].

Le règlement européen sur les produits biocides (BPR, UE 528/2012) [28], en vigueur depuis 2013, impose une évaluation et une autorisation des substances actives avant leur mise sur le marché. L'ECHA recommande par ailleurs le remplacement des biocides fortement allergisants par des alternatives plus sûres, afin de réduire les risques pour la santé des travailleurs [29]. Cependant, si certaines substances biocides sont classées comme sensibilisants cutanés ou respiratoires ou irritants cutanés ou respiratoires, la plupart ne font l'objet d'aucune classification selon le règlement CLP. Cette absence de classification

complicque la mise en œuvre des mesures de prévention.

Dans ce contexte, l'étude visait à prédire le potentiel de sensibilisation de substances biocides utilisées sur les lieux de travail. Un panel de 23 substances représentatives des principales familles de biocides [30] a ainsi été testé afin d'identifier celles susceptibles de présenter un risque de sensibilisation allergique pour les travailleurs.

Parmi elles, 21 ont induit une activation cellulaire, indiquant un potentiel de sensibilisation. Ces substances ont été classées selon leur potentiel de sensibilisation :

- 5 sensibilisants extrêmes (dont les ammoniums quaternaires : le chlorure de cétypyridinium, le chlorure de didécyldiméthylammonium et le chlorure de benzalkonium);
- 12 sensibilisants forts (dont le glutaraldéhyde et le formaldéhyde, les isothiazolinones, le triclosan et les nanoparticules d'argent);
- 2 sensibilisants modérés (le peroxyde d'hydrogène et le dichloroisocyanurate de sodium);
- 2 sensibilisants faibles (l'hypochlorite de sodium et l'acide 2-éthylhexanoïque).

Les biocides les plus puissants ont activé fortement le marqueur CD80, tandis que les plus faibles n'ont provoqué qu'une réponse modérée. L'analyse de la sécrétion de cytokines a montré une réponse fonctionnelle variable selon les substances : les plus puissants semblaient inhiber cette sécrétion, alors que les sensibilisants modérés ou forts l'augmentaient. Ces données suggèrent que les sensibilisants les plus puissants peuvent provoquer un état de fatigue cellulaire.

Ces résultats confirment que de nombreuses substances biocides

peuvent induire une sensibilisation cutanée alors qu'elles ne sont pas encore classées comme telles dans les réglementations européennes. Les ammoniums quaternaires, les isothiazolinones et certains aldéhydes apparaissent comme des familles particulièrement à risque. Les ammoniums quaternaires (chlorure de cétypyridinium, chlorure de didécyldiméthylammonium et le chlorure de benzalkonium) ressortent comme sensibilisants extrêmes. La distinction entre irritation et véritable sensibilisation reste complexe mais les résultats suggèrent un mécanisme immunologique puisqu'ils impliquent l'activation des cellules dendritiques. L'octylisothiazolinone, le glutaraldéhyde, la méthylisothiazolinone, l'orthophénylphénol, le chlorocrésol et le formaldéhyde ont été confirmés comme forts sensibilisants avec le modèle BMDC, ce qui corrobore leurs classifications connues en tant que sensibilisants. Le bronopol a été classé comme sensibilisant fort. Les nanoparticules d'argent ont également montré un potentiel sensibilisant. L'hypochlorite de sodium et l'acide 2-éthylhexanoïque ont été classés comme sensibilisants faibles, alors qu'ils ne possèdent actuellement aucune classification en tant que tels.

Le diflubenzuron et la perméthrine n'ont pas pu être évalués de manière concluante en raison de leur faible solubilité dans le milieu de culture, une limitation connue dans ce type de modèles cellulaires dits submergés. En effet, la concentration maximale de chaque substance est limitée par sa solubilité dans le milieu de culture et l'absence d'activation cellulaire dans ce cas ne permet pas de prédire de façon fiable le

Identifier les sensibilisants chimiques : apport d'un modèle cellulaire pour l'évaluation des risques en santé au travail

caractère non sensibilisant d'une substance, puisqu'il n'était pas possible d'exposer les cellules à des concentrations supérieures à cette limite de solubilité.

En conclusion, le modèle BMDC a permis de prédire le potentiel de sensibilisation de plusieurs biocides. Ces travaux soulignent la nécessité de substituer les biocides à fort potentiel allergisant, conformément au règlement européen BPR (UE 528/2012) et de renforcer la vigilance en ce qui concerne les expositions en milieu professionnel [31].

EXPOSITION AUX MYCOTOXINES : UN RISQUE DE SENSIBILISATION TRÈS ÉLEVÉ POUR LES SALARIÉS

(tableau IV page suivante)

Les mycotoxines sont des métabolites secondaires toxiques produits par les moisissures, telles qu'*Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium* ou encore *Fusarium*. La voie alimentaire en est la voie principale d'exposition. Cependant, en milieu professionnel, les voies cutanée et respiratoire peuvent également être sources d'exposition. Plusieurs études ont démontré la présence de mycotoxines en milieu professionnel et dans des secteurs variés tels que l'agriculture, l'élevage, le tri et le compostage des déchets. Ainsi, des mycotoxines ont par exemple été retrouvées dans des poussières sédimentées de silos à céréales [32], dans des poussières récoltées lors du déchargement de camions contenant des céréales [33], ou encore dans des échantillons atmosphériques individuels de travailleurs d'une usine de conditionnement d'épices [34]. Une étude menée à l'INRS a permis de quantifier l'exposition à plusieurs mycotoxines de travailleurs de silos de maïs, à l'aide de

prélèvements atmosphériques individuels et de mesures de concentrations urinaires de plusieurs métabolites [35].

Les mycotoxines peuvent avoir des effets néfastes. En effet, les fumonisines et l'ochratoxine A sont possiblement cancérigènes pour l'homme tandis que les aflatoxines sont des cancérigènes avérés [36]. Les mycotoxines peuvent avoir des effets variés sur le système immunitaire : elles peuvent le réprimer à forte dose ou à long-terme ou, au contraire, le stimuler à faible dose. En présence de stimulants antigéniques, tels que les lipopolysaccharides (LPS), elles peuvent avoir un rôle positif anti-inflammatoire [37]. Il existe peu d'études portant sur les relations possibles entre l'exposition aux mycotoxines et le développement de maladies allergiques, et les effets sont majoritairement documentés chez l'animal. Un article paru dans *Références en Santé au Travail* fait état des effets sur la santé de l'exposition professionnelle aux mycotoxines et souligne l'intérêt d'évaluer les risques sur la santé liés aux mycotoxines [38].

Cette étude visait donc à évaluer le potentiel sensibilisant de 23 substances produites par plusieurs espèces de moisissures telles que *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, ou encore *Alternaria* ; représentatives de la variété des mycotoxines retrouvées en milieu professionnel. Parmi elles, 16 ont provoqué une activation concentration-dépendante du CD80 sur les cellules dendritiques. Ces substances ont pu être classées en fonction de la concentration effective provoquant l'activation des cellules dendritiques :

- 13 sensibilisants extrêmes (dont la beauvéricine, la toxine T-2, la toxine HT-2, la

stérigmatocystine, le nivalénol, le déoxynivalénol, le 15-déoxynivalénol et le 3-déoxynivalénol) ;

- 3 sensibilisants forts (la fumonisine B2, l'aflatoxine G1 et l'acide ténuazonique).

L'ochratoxine A et l'altéroxine 1 n'ont pas activé les cellules, elles ont donc été classées non sensibilisantes.

Plusieurs substances ont été testées à leur limite de solubilité dans le milieu de culture, leur classification est donc indéterminée dans ces conditions de test. Il s'agit de la zéaralénone, l'aflatoxine B2, l'aflatoxine G2, la tentoxine et l'alténuène.

Une grande partie des mycotoxines testées ont induit la production de cytokines par les cellules, témoignant de leur activation fonctionnelle. À l'inverse, l'ochratoxine A n'a provoqué l'augmentation d'aucune des six cytokines mesurées et au contraire a inhibé leur sécrétion par les cellules dendritiques.

Cette étude a montré que la majorité des mycotoxines évaluées sont capables d'activer les cellules à des concentrations très faibles, suggérant qu'elles pourraient agir comme des sensibilisants particulièrement puissants. Les plus sensibilisants, la toxine T-2, la toxine HT-2, la stérigmatocystine et le nivalénol, avaient un EC₂ inférieur à 0,01 µM. Toutes les substances capables d'activer les cellules ont été classées comme sensibilisants extrêmes ou forts.

Cette étude a permis d'apporter des données de toxicité sur le système immunitaire jusqu'alors peu décrites. En effet, le rôle potentiel spécifique des mycotoxines sur la sensibilisation chez l'homme est encore peu documenté. Bien que les allergies dues aux moisissures soient plus généralement attribuées aux spores [39],

↓ Tableau IV

> RÉSULTATS DE L'ÉTUDE SUR LES MYCOTOXINES

Nom de la substance chimique	Organismes producteurs	Numéro CAS	EC2 BMDC	Classification BMDC
Toxine T-2	<i>Fusarium</i>	21259-20-1	0,01	Extrême
Toxine HT-2	<i>Fusarium</i>	26934-87-2	0,01	Extrême
Stérigmatocystine	<i>Aspergillus</i>	10048-13-2	0,04	Extrême
Nivalénol	<i>Fusarium</i>	23282-20-4	0,08	Extrême
15-ADON	<i>Fusarium</i>	88337-96-6	0,13	Extrême
Déoxynivalénol	<i>Fusarium</i>	51481-10-8	0,14	Extrême
Gliotoxine	<i>Aspergillus</i>	67-99-2	0,16	Extrême
Beauvéricine	<i>Fusarium</i>	26048-08-5	0,45	Extrême
3-ADON	<i>Fusarium</i>	50722-38-8	1,1	Extrême
Patuline	<i>Aspergillus, Penicillium</i>	149-29-1	2,4	Extrême
Aflatoxine B1	<i>Aspergillus</i>	1162-65-8	4,1	Extrême
Fumonisine B1	<i>Fusarium</i>	116355-83-0	5,0	Extrême
Citrinine	<i>Penicillium</i>	518-75-2	5,5	Extrême
Fumonisine B2	<i>Fusarium</i>	116355-84-1	14	Fort
Acide ténuazonique	<i>Alternaria</i>	610-88-8	28	Fort
Aflatoxine G1	<i>Fusarium</i>	1165-39-5	46	Fort
Ochratoxine A	<i>Aspergillus, Penicillium</i>	303-47-9	NA	Non sensibilisant
Altéroxine 1	<i>Alternaria</i>	56258-32-3	NA	Non sensibilisant
Aflatoxine B2	<i>Fusarium</i>	7220-81-7	NA	Non déterminé
Aflatoxine G2	<i>Fusarium</i>	7241-98-7	NA	Non déterminé
Zéaralénone	<i>Fusarium</i>	17924-92-4	NA	Non déterminé
Tentoxine	<i>Alternaria</i>	28540-82-1	NA	Non déterminé
Alténuène	<i>Alternaria</i>	889101-41-1	NA	Non déterminé

Aucune mycotoxine testée n'a de classement CLP.

CAS: numéro d'enregistrement unique auprès de la banque de données de Chemical Abstracts Service, une division de l'American Chemical Society.

CLP: classification labelling and packaging. Réglementation européenne relative à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances chimiques

EC2 BMDC: concentration de la substance chimique nécessaire pour induire un doublement de l'expression du marqueur d'activation CD80 sur les cellules BMDC

BMDC: bone marrow derived dendritic cells (cellules dendritiques dérivées de la moelle osseuse)

les mycotoxines sont connues pour induire des effets sur le système immunitaire. Les données expérimentales ont montré que

certaines d'entre elles avaient des rôles immunomodulateurs, notamment en inhibant ou en stimulant la fonction de certaines

cellules immunitaires telles que les macrophages [40] ou les lymphocytes [41]. Chez la souris, le déoxynivalénol est connu pour

Identifier les sensibilisants chimiques: apport d'un modèle cellulaire pour l'évaluation des risques en santé au travail

faciliter la sensibilisation aux protéines alimentaires [42]. Une exposition orale au nivalénol exacerbe la dermatite atopique *via* une activation de la voie des protéines kinases activées par les mitogènes (MAPK) dans une lignée de cellule dendritique murine [43].

L'ochratoxine A et l'altéroxine 1 ont plutôt montré un profil immunosuppresseur, en inhibant l'expression de CD80 à forte dose. L'ochratoxine A a également réprimé l'état fonctionnel des cellules *via* l'inhibition de la sécrétion de cytokines. Ces résultats sont confortés par des données de la littérature montrant par exemple que l'altéroxine 1 inhibe l'activation des cellules monocytaires humaines THP-1 en réponse à une stimulation aux LPS [44], ou encore que l'ochratoxine A inhibe l'immunité innée et humorale dans différents modèles expérimentaux [45]. Une revue de la littérature fait également état des effets immunosuppresseurs des mycotoxines produites par *Alternaria* [46]. Chez l'homme, la fumonisine B1 et l'ochratoxine A ont des effets immunosuppresseurs sur les lymphocytes et neutrophiles circulants de patients atteints de cancer du sein et de l'œsophage, ce qui a pour conséquence d'inhiber le rôle de surveillance immunitaire de ces cellules [47].

Il est intéressant d'observer que les 23 mycotoxines testées dans cette étude sont produites par quatre genres de moisissures : *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* et *Alternaria*. *Fusarium* produit par exemple huit des 13 mycotoxines classées extrêmes dans le BMDC. En situation professionnelle, des salariés travaillant dans des milieux contenant une ou plusieurs de ces moisissures sont donc potentiellement exposés à plusieurs

mycotoxines, ce qui pourrait prédire un effet cocktail dans ce contexte.

La majorité des mycotoxines évaluées dans cette étude se sont révélées potentiellement sensibilisantes dans le modèle BMDC. Sur les 23 substances testées, 16 ont été classées parmi les sensibilisants forts ou extrêmes. Ces résultats méritent d'être approfondis, d'autant qu'aucune de ces substances n'est actuellement classée comme sensibilisante d'après le règlement CLP. Ces données toxicologiques mettent en lumière la nécessité de mettre en place des mesures de prévention sur les lieux de travail où les salariés sont potentiellement exposés.

CONCLUSION

Le modèle BMDC s'est révélé performant pour prédire le potentiel de sensibilisation de différentes familles de substances chimiques, en cohérence avec les données animales et humaines disponibles. Il a confirmé le caractère sensibilisant des substances déjà connues comme étant des sensibilisants et permis de générer de nouvelles informations pour celles encore non classées. Ce modèle cellulaire constitue ainsi un outil fiable pour caractériser le potentiel sensibilisant des substances chimiques présentes en milieu professionnel. Au-delà de sa capacité à évaluer le potentiel sensibilisant des substances chimiques isolées, le modèle BMDC pourrait également être utilisé pour identifier les risques liés à l'exposition aux substances en mélange. En effet, certains environnements professionnels peuvent être source d'exposition à plusieurs types de substances,

qu'elles soient chimiques, biologiques ou encore protéiques. Par exemple, l'environnement ambiant des fromageries peut être chargé en bioaérosols, c'est-à-dire en particules en suspension contenant de la matière biologique issue des procédés de fabrication. Ces bioaérosols peuvent renfermer, entre autres, des mycotoxines et des protéines. L'utilisation du modèle BMDC pour évaluer le risque de sensibilisation allergique dans des contextes de poly-exposition représente une perspective intéressante en santé au travail.

POINTS À RETENIR

- Les substances sensibilisantes sont une cause majeure de maladies professionnelles.
- De nouvelles substances chimiques apparaissent constamment sur le marché, augmentant les risques d'exposition sur le lieu de travail.
- La prédiction du potentiel sensibilisant des substances avant leur usage est donc essentielle.
- La méthode BMDC permet d'évaluer le potentiel sensibilisant grâce à des cellules dendritiques dérivées de la moelle osseuse de souris.
- Cette méthode a été appliquée à l'identification du risque de sensibilisation de substances présentes en milieu professionnel, telles que les substituts du bisphénol A, les biocides ou les mycotoxines.
- Le BMDC est accompagné d'un outil de prédiction d'effet QSAR, disponible en ligne, basé sur la structure chimique des substances, qui permet de prioriser les substances à évaluer en laboratoire.
- Le BMDC est un outil prometteur pour renforcer la prévention en santé au travail.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | DOTSON GS, MAIER A, SIEGEL PD, ANDERSON SE ET AL. - Setting Occupational Exposure Limits for Chemical Allergens-- Understanding the Challenges. *J Occup Environ Hyg.* 2015; 12 Suppl 1 (sup1): S82-98.
- 2 | SASSEVILLE D - Occupational contact dermatitis. *Allergy Asthma Clin Immunol.* 2008; 4 (2): 59-65.
- 3 | Agents Sensibilisants. INRS, 2021 (<https://www.inrs.fr/risques/agents-sensibilisants/ce-qu-il-faut-retenir.html>).
- 4 | The Adverse Outcome Pathway for Skin Sensitisation Initiated by Covalent Binding to Proteins. Part 1: Scientific Evidence. OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Testing and Assessment n° 168. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2012. (https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2014/09/the-adverse-outcome-pathway-for-skin-sensitisation-initiated-by-covalent-binding-to-proteins_g1g48567/9789264221444-en.pdf).
- 5 | Essai n° 429: Sensibilisation cutanée: Essai de stimulation locale des ganglions lymphatiques. Lignes directrices de l'OCDE pour les essais de produits chimiques, Section 4. Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), 2010 (https://www.oecd.org/fr/publications/essai-n-429-sensibilisation-cutanee_9789264071117-fr.html).
- 6 | Directive 2010/63/UE du Parlement Européen et du Conseil du 22 septembre 2010 relative à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques. Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE. In: EUR-Lex. Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 2010 (eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/63/oj/fra).
- 7 | BATAIS F, LANGONNÉ I, MULLER S, MATHIOT J ET AL. - The BMDC model, a performant cell-based test to assess the sensitizing potential and potency of chemicals including pre/pro-haptens. *Contact Dermatitis.* 2024; 90 (3): 211-34.
- 8 | CHEDIK L, BAYBEKOV S, MARCOU G, COSNIER F ET AL. - Benchmarking of BMDC assay and related QSAR study for identifying sensitizing chemicals. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2024; 149: 105623.
- 9 | HORMANN AM, VOM SAAL FS, NAGEL SC, STAHLHUT RW ET AL. - Holding thermal receipt paper and eating food after using hand sanitizer results in high serum bioactive and urine total levels of bisphenol A (BPA). *PLoS One.* 2014; 9 (10): e110509.

Identifier les sensibilisants chimiques : apport d'un modèle cellulaire pour l'évaluation des risques en santé au travail

BIBLIOGRAPHIE (suite)

- 10 | TESTAI E, HARTEMANN P, RODRIGUEZ-FARRE E, RASTOGI SC ET AL. - The safety of the use of bisphenol A in medical devices. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2016; 79: 106-07.
- 11 | NDAW S, RÉMY A, JARGOT D, ROBERT A - Occupational exposure of cashiers to Bisphenol A via thermal paper: urinary biomonitoring study. *Int Arch Occup Environ Health*. 2016; 89 (6): 935-46.
- 12 | Member State Committee (MSC) unanimously agrees that Bisphenol A is an endocrine disruptor. ECHA/PR/17/12. European Chemicals Agency (ECHA), 2017 (<https://echa.europa.eu/da/-/msc-unanimously-agrees-that-bisphenol-a-is-an-endocrine-disruptor>).
- 13 | Commission Directive 2011/8/EU of 28 January 2011 amending Directive 2002/72/EC as regards the restriction of use of Bisphenol A in plastic infant feeding bottles Text with EEA relevance. In: EUR-Lex. European Commission, European Union, 2011 (<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2011/8/oj>).
- 14 | CHEN D, KANNAN K, TAN H, ZHENG Z ET AL. - Bisphenol Analogues Other Than BPA: Environmental Occurrence, Human Exposure, and Toxicity-A Review. *Environ Sci Technol*. 2016; 50 (11): 5438-53.
- 15 | CHU CY, PONTÉN A, SUN CC, JEE SH - Concomitant contact allergy to the resins, reactive diluents and hardener of a bisphenol A/F-based epoxy resin in subway construction workers. *Contact Dermatitis*. 2006; 54 (3): 131-39.
- 16 | MENDY A, SALO PM, WILKERSON J, FEINSTEIN L ET AL. - Association of urinary levels of bisphenols F and S used as bisphenol A substitutes with asthma and hay fever outcomes. *Environ Res*. 2020; 183: 108944.
- 17 | KAPSENBERG ML - Dendritic-cell control of pathogen-driven T-cell polarization. *Nat Rev Immunol*. 2003; 3 (12): 984-93.
- 18 | LUTHER SA, CYSTER JG - Chemokines as regulators of T cell differentiation. *Chemokines Rev*. 2001; 2 (2): 102-07.
- 19 | Bisphenol A Alternatives in Thermal Paper. Final Report. United States Environmental Protection Agency (US EPA), 2015 (<https://www.epa.gov/saferchoice/publications-bpa-alternatives-thermal-paper-partnership>).
- 20 | ESTLANDER T, KOSTIAINEN M, JOLANKI R, KANERVA L - Active sensitization and occupational allergic contact dermatitis caused by para-tertiary-butylcatechol. *Contact Dermatitis*. 1998; 38 (2): 96-100.
- 21 | BJÖRNSDÖTTIR MK, JONKER W, LEGRADI J, KOOL J ET AL. - Bisphenol A alternatives in thermal paper from the Netherlands, Spain, Sweden and Norway. Screening and potential toxicity. *Sci Total Environ*. 2017; 601-602: 210-21.
- 22 | MOUROT-BOUSQUENAUD M, LANGONNÉ I, BUCHHEIT M, MULLER S ET AL. - Identification of the allergenic sensitizing potential of bisphenol A substitutes used in the industry. *Contact Dermatitis*. 2024; 90 (2): 169-81.
- 23 | SEDEH FB, MICHAELSDÓTTIR TE, JEMEC GBE, MORTENSEN OS ET AL. - Prevalence, risk factors, and prevention of occupational contact dermatitis among professional cleaners: a systematic review. *Int Arch Occup Environ Health*. 2023; 96 (3): 345-54.
- 24 | AALTO-KORTE K, KUULIALA O, SUURONEN K, ALANKO K - Occupational contact allergy to formaldehyde and formaldehyde releasers. *Contact Dermatitis*. 2008; 59 (5): 280-89.
- 25 | SCHUBERT S, BAUER A, HILLEN U, WERFEL T ET AL. - Occupational contact dermatitis in painters and varnishers: Data from the Information Network of Departments of Dermatology (IVDK), 2000 to 2019. *Contact Dermatitis*. 2021; 85 (5): 494-502.
- 26 | GEIER J, BRANS R, WEISSHAAR E, WAGNER N ET AL. - Contact sensitization to benzisothiazolinone: IVDK-data of the years 2002 to 2021. *Contact Dermatitis*. 2023; 88 (6): 446-55.
- 27 | GONZALEZ M, JÉGU J, KOPFERSCHMITT MC, DONNAY C ET AL. - Asthma among workers in healthcare settings: role of disinfection with quaternary ammonium compounds. *Clin Exp Allergy*. 2014; 44 (3): 393-406.
- 28 | Regulation (EU) No 528/2012 of the European Parliament and of the Council of 22 May 2012 concerning the making available on the market and use of biocidal products. In: EUR-Lex. European Commission, European Union. 2012. (<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2012/528/oj>).
- 29 | ECHA. Approval of active substances [Available from: <https://echa.europa.eu/regulations/biocidal-products-regulation/approval-of-active-substances>].
- 30 | JONES IA, JOSHI LT - Biocide Use in the Antimicrobial Era: A Review. *Molecules*. 2021; 26 (8): 2276.
- 31 | MOUROT-BOUSQUENAUD M, MULLER S, COISCAUD A, MATHIOT J ET AL. - Ex vivo prediction of the sensitization potential of biocides. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2025; 159: 105812.
- 32 | MAYER S, CURTUI V, USLEBER E, GAREIS M - Airborne mycotoxins in dust from grain elevators. *Mycotoxin Res*. 2007; 23 (2): 94-100.

BIBLIOGRAPHIE (suite)

- 33 | NICULITA-HIRZEL H, HANTIER G, STORTI F, PLATEEL G ET AL. - Frequent Occupational Exposure to Fusarium Mycotoxins of Workers in the Swiss Grain Industry. *Toxins (Basel)*. 2016; 8 (12): 370.
- 34 | JARGOT D, MELIN S - Characterization and validation of sampling and analytical methods for mycotoxins in workplace air. *Environ Sci Process Impacts*. 2013; 15 (3): 633-44.
- 35 | NDAW S, REMY A, JARGOT D, ANTOINE G ET AL. - Mycotoxins Exposure of French Grain Elevator Workers: Biomonitoring and Airborne Measurements. *Toxins (Basel)*. 2021; 13 (6): 382.
- 36 | Fumonisin B1. In: Some Traditional Herbal Medicines, Some Mycotoxins, Naphtalene and Styrene. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risks to Humans. Volume 82. Lyon: International Agency for Research on Cancer (IARC); 2002: 301-66, 601 p.
- 37 | SUN Y, HUANG K, LONG M, YANG S ET AL. - An update on immunotoxicity and mechanisms of action of six environmental mycotoxins. *Food Chem Toxicol*. 2022; 163: 112895.
- 38 | CARON V, DEMANGE V, BOURGKARD E - Exposition professionnelle aux mycotoxines: effets sur la santé. Mise au point TP 48. *Réf Santé Trav*. 2021; 167: 47-59.
- 39 | CROSS S - Mould spores: the unusual suspects in hay fever. *Community Nurse*. 1997; 3 (4): 25-26.
- 40 | GÜNTHER K, NISCHANG V, CSERESNYÉS Z, KRÜGER T ET AL - Aspergillus fumigatus-derived gliotoxin impacts innate immune cell activation through modulating lipid mediator production in macrophages. *Immunology*. 2024; 173 (4): 748-67.
- 41 | ESCOULA L, THOMSEN M, BOURDIOL D, PIPY B ET AL. - Patulin immunotoxicology: effect on phagocyte activation and the cellular and humoral immune system of mice and rabbits. *Int J Immunopharmacol*. 1988; 10 (8): 983-89.
- 42 | BOL-SCHOENMAKERS M, BRABER S, AKBARI P, DE GRAAFF P ET AL. - The mycotoxin deoxynivalenol facilitates allergic sensitization to whey in mice. *Mucosal Immunol*. 2016; 9 (6): 1477-86.
- 43 | MATSUZAKA R, YAMAGUCHI H, OHIRA C, KURITA T ET AL. - Sub-acute oral exposure to lowest observed adverse effect level of nivalenol exacerbates atopic dermatitis in mice via direct activation of mitogen-activated protein kinase signal in antigen-presenting cells. *Arch Toxicol*. 2024; 98 (7): 2173-83.
- 44 | CRUDO F, PARTSCH V, BRAGA D, BLAŽEVIĆ R ET AL. - Discovery of the Alternaria mycotoxins alterperyleneol and altertoxin I as novel immunosuppressive and antiestrogenic compounds in vitro. *Arch Toxicol*. 2025; 99 (1): 407-21.
- 45 | MUBARIK Y, BOYETEY ST, AIKINS AR, MUTOCHELUH M - Effect of Ochratoxin A (OTA) on the Immune System: A Systematic Review. *Toxins (Basel)*. 2025; 17 (5): 256.
- 46 | LOURO H, VETTORAZZI A, LÓPEZ DE CERAIN A, SPYROPOULOU A ET AL. - Hazard characterization of Alternaria toxins to identify data gaps and improve risk assessment for human health. *Arch Toxicol*. 2024; 98 (2): 425-69.
- 47 | ODHAV B, ADAM JK, BHOOLA KD - Modulating effects of fumonisin B1 and ochratoxin A on leukocytes and messenger cytokines of the human immune system. *Int Immunopharmacol*. 2008; 8 (6): 799-809.



Mardi 24 novembre 2026

Vingt ans de prévention des risques psychosociaux : quelles avancées sur le terrain ?

Depuis le premier colloque de l'INRS consacré à la prévention du stress au travail en 2007, la démarche et les outils, le cadre réglementaire, la jurisprudence et les formes d'organisation du travail ont profondément évolué. Les risques psychosociaux (RPS) sont désormais considérés comme des risques professionnels à part entière.

Cette journée technique organisée par l'INRS propose de faire le point, vingt ans après, sur les avancées concrètes de la prévention des RPS sur le terrain.

À partir de retours d'expériences en entreprises, elle mettra en lumière les conditions de réussite mais aussi les limites et les écueils rencontrés. Les interventions s'appuieront notamment sur le cadre de référence de l'INRS, les quatre circonstances pour agir et les étapes d'une démarche de prévention structurée, centrée sur le travail réel et son organisation.

Cette journée s'adresse à l'ensemble des acteurs de la santé et sécurité au travail en entreprises.



Maison de la RATP - Espace du Centenaire - 189 rue de Bercy - 75012 Paris
Participation sur place ou en direct sur internet | Inscription obligatoire

Inscription : **rps2026.inrs.fr** - Contact : **rps2026@inrs.fr**

Épidémiologie en santé et travail

21^e colloque de l'Aderest*

Besançon, 27-28 novembre 2025

AUTEURS :

R. Pons, S. Boini, E. Bourgkard, R. Colin, V. Langevin, A. Radauceanu, H. Samba,
département Épidémiologie en entreprise, INRS

EN RÉSUMÉ

Le 21^e colloque de l'Aderest* a rassemblé notamment des chercheurs, des épidémiologistes, des médecins du travail pour échanger sur les connaissances en santé au travail. La mise à jour des bonnes pratiques en épidémiologie a été présentée ainsi que les enjeux de l'exposition professionnelle aux substances per- et polyfluoro-alkylées (PFAS) et l'état des connaissances épidémiologiques sur les effets des expositions psychosociales sur la santé des travailleurs. Des communications orales ont traité, entre autres, des inégalités de genre, du travail de nuit, des risques psychosociaux et de la santé mentale ou encore des perturbateurs endocriniens.

MOTS CLÉS

Risque psychosocial / RPS / Santé au travail / Travail de nuit / Horaire atypique / Perturbateur endocrinien / Risque chimique / Produit chimique / Épidémiologie / Dysrupteur endocrinien

*Association pour le développement des études et recherches épidémiologiques en santé travail

LES RECOMMANDATIONS DE BONNES PRATIQUES EN ÉPIDÉMIOLOGIE

En ouverture du colloque, **J.C. Desenclos (association pour le développement de l'Épidémiologie de terrain - Epiter)** a présenté la révision des recommandations de bonnes pratiques en épidémiologie (BPE). Alors que la durée de vie des bonnes pratiques est estimée par la Haute autorité de santé (HAS) de 3 à 5 ans, une première version des BPE a été adoptée en 1998 suivie d'une mise à jour en 2007 et d'une révision en juin 2024. Cette dernière révision a été initiée par quatre associations issues de pays francophones (l'association des épidémiologistes de langue française - Adelf, l'Aderest, l'Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales - AEEMA et Epiter) afin d'harmoniser les pratiques. Portant sur toutes les pratiques de l'épidémiologie (recherche, surveillance, terrain, aide à la décision...) et champs

d'application (santé humaine, animale, environnementale, sociale, professionnelle...), l'objectif du projet était de mettre à jour les BPE en y intégrant les nouveaux textes réglementaires et l'évolution des pratiques, les enseignements de la pandémie de Covid-19, les référentiels et les grandes bases de données, la place croissante de l'intelligence artificielle (IA)...

Pour ce faire, l'équipe projet, sous l'égide d'un comité de pilotage et accompagnée par un comité de suivi scientifique, a appliqué la méthodologie suivante :

- une revue de la littérature scientifique et documentaire a été tout d'abord réalisée, permettant l'identification de 73 documents pertinents;
- des entretiens semi-directifs avec 21 professionnels de l'épidémiologie humaine et animale exerçant dans les pays francophones ont été analysés afin d'identifier les thèmes/sujets à conserver, modifier, supprimer ou intégrer;
- les nouvelles BPE (plan et chapitres) ont été rédigées selon un plan

standardisé (justification, objectifs, recommandations). Plusieurs séances de relecture et de discussions ont précédé la validation de la version finale par le comité de pilotage. Neuf chapitres et 92 recommandations figurent dans les BPE révisées et quelques nouveaux apports ont été intégrés concernant notamment les données massives (analyse secondaire des données produites pour une autre raison que la finalité épidémiologique), le principe de frugalité (optimisation de l'utilisation des ressources et diminution de l'impact environnemental à toutes les étapes d'une étude épidémiologique), intégration du champ de l'épidémiologie sociale, notamment au travers des inégalités sociales de santé, l'utilisation de l'IA, l'intégration du concept « *une seule santé* » dans la définition de la santé publique.

La révision des BPE s'est également intéressée aux dimensions éthiques en santé publique, à l'intégrité des chercheurs tout au long de la démarche scientifique, ainsi qu'à la protection et l'interprétation des données. Les BPE sont disponibles actuellement sur le site de l'Aderest (www.aderest.org/info-29). Une stratégie de communication et de promotion des BPE est en cours de mise en place à l'aide des outils numériques (sites Web, réseaux sociaux...) et sous la forme de publications scientifiques pour les rendre vivantes et adaptables aux innovations.

LES PFAS : QUELS ENJEUX EN SANTÉ AU TRAVAIL

M. Ricaud (INRS) a présenté un état des lieux sur les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) et leurs enjeux en santé au travail.

Ces substances forment une large famille de composés chimiques organiques fluorés de synthèse, de structures et propriétés physico-chimiques et toxicologiques variées. La liaison carbone-fluor compte parmi les plus stables. Par conséquent, les PFAS (environ 10 000 substances : PFAS non polymères et PFAS polymères) se dégradent très peu après utilisation ou rejet et peuvent contaminer tous les compartiments environnementaux pendant des décennies, voire des siècles. Les applications des PFAS en rapport avec leurs propriétés (antiadhésifs, ignifuges, antitaches, imperméabilisants, émulsifiants, résistants aux fortes températures...) concernent plusieurs secteurs d'activité : chimie et plasturgie, automobile et aéronautique, cosmétique, santé et pharmacie, nettoyage et traitement des déchets, textile et ameublement, bâtiment et travaux publics (BTP) ou encore entretien des espaces verts. Les travailleurs peuvent être exposés lors de la production des PFAS, de la fabrication, de l'utilisation et du stockage des produits en contenant ou encore lors d'activités de traitement des déchets/sous-produits, eaux usées, sites et sols pollués. L'exposition professionnelle aux PFAS peut se produire par voie respiratoire, cutanée ou digestive, mais les méthodes de mesures d'exposition atmosphérique et la biométrie sont encore en développement. Les effets sur la santé sont issus de données concernant peu de substances, ont des niveaux de preuve variables et peuvent être différents selon les PFAS. Ce sont notamment les suivants : immunotoxicité, pathologies métaboliques, reprotoxicité, faible poids de naissance, troubles neurologiques et comportementaux. De nouvelles

connaissances sont nécessaires, notamment sur les liens de causalité, la durée et les seuils d'exposition, la toxicité des précurseurs, des produits de dégradation et des substituts.

La réglementation en vigueur au niveau européen repose sur la réduction à la source de certains PFAS par des mesures de restriction ou d'interdiction ainsi que sur la surveillance environnementale avec fixation de « *limites* » dans différentes matrices de l'environnement (eau potable, milieux aquatiques, aliments...). La réglementation française repose sur le Code du travail, le Code de l'environnement et des actions spécifiques visant à protéger la population (plan d'action PFAS 2023-2027 du ministère de la Transition écologique par exemple). La démarche de prévention implique donc l'intégration des PFAS dans l'approche globale d'évaluation et de prévention des risques chimiques en entreprise : le repérage exhaustif, la suppression/substitution, la protection collective (mesures techniques et organisationnelles), la protection individuelle, l'information et la formation sur les risques et leur prévention. Une attention particulière doit porter sur les salariés hommes et femmes ayant un projet de procréation ainsi que sur les femmes enceintes.

EXPOSITIONS PSYCHOSOCIALES ET SANTÉ DES TRAVAILLEURS : QUE DISENT LES ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES ?

S. Boini (INRS) a présenté un état des connaissances épidémiologiques

sur le lien entre expositions psychosociales et santé des travailleurs. Au cours des cinquante dernières années, le nombre d'études traitant des expositions psychosociales présentes dans les environnements de travail et leurs conséquences sur la santé des travailleurs n'a cessé de croître. Les modèles « *demande-autonomie* » de Karasek et « *effort-récompense* » de Siegrist, associés à leur questionnaire respectif, ont pendant longtemps été prédominants dans les études épidémiologiques, au point de venir masquer d'autres facteurs de risque psychosociaux (RPS) pourtant bien présents dans les situations de travail. En France, les travaux d'un collège d'expertise international et pluridisciplinaire présidé par Gollac ont permis de rappeler l'existence d'autres facteurs moins étudiés et d'en proposer une catégorisation en six grandes familles : intensité et temps de travail, exigences émotionnelles, manque d'autonomie, rapports sociaux au travail dégradés, conflits de valeurs et insécurité de la situation de travail. On y retrouve les contraintes mesurées par les modèles de Karasek et Siegrist, mais pas uniquement.

En 2021, Niedhammer et al. ont réalisé une revue de revues systématiques avec méta-analyses traitant des effets des facteurs psychosociaux sur différents critères de santé. Ce travail a été complété par une recherche bibliographique afin d'identifier les revues systématiques sans méta-analyses ou les études épidémiologiques existantes en l'absence de revues systématiques. Les expositions psychosociales ont été classées selon les six familles proposées par Gollac et al. Les critères de santé considérés étaient les suivants : la santé mentale, les troubles musculosquelettiques (TMS), les cardiopathies

ischémiques et accidents vasculaires cérébraux, certaines composantes du syndrome métabolique, les accidents du travail (AT), les comportements à risque pour la santé et les issues défavorables de la grossesse. Les résultats ont été présentés en fonction du degré de confiance de chaque association entre une exposition psychosociale et un effet sur la santé. Le niveau de confiance est déterminé par le nombre d'études, leur type (longitudinal, cas-témoins et transversal) et les résultats des études retenues. Plus de 800 études ont été incluses dans la synthèse. Au moins une méta-analyse a été identifiée pour chaque critère de santé étudié. Les études sur les TMS et les AT ont principalement porté sur les travailleurs des entreprises du secteur privé, du secteur médico-social et, dans une moindre mesure, du secteur public. Pour les autres effets sur la santé, les populations étaient majoritairement constituées de travailleurs participant à des enquêtes nationales. La plupart des études a été menée en Europe, en particulier dans les pays scandinaves, pour tous les critères de santé, à l'exception des AT, pour lesquels de nombreuses études ont été menées en Amérique du Nord. Les critères diagnostiques sont largement utilisés dans les études pour mesurer les maladies cardiovasculaires, les composantes du syndrome métabolique et les issues défavorables de la grossesse. La mesure de la santé mentale et des TMS repose en grande partie sur l'auto-évaluation, mais à l'aide de questionnaires standardisés, validés et reconnus à l'échelle internationale.

Les résultats mettent en évidence des relations entre les expositions psychosociales issues de toutes les familles de facteurs psychosociaux et la santé mentale, les TMS, les

maladies cardiovasculaires (hormis les conflits de valeurs) et les AT (hormis les conflits de valeurs et l'insécurité de la situation de travail). Des excès de risque en termes de santé mentale, de TMS, de maladies cardiovasculaires et d'AT sont également observés en cas d'exposition à des combinaisons de facteurs définies par les modèles de Karasek (situation de travail tendue ou *jobstrain*) et Siegrist (déséquilibre effort-récompense). Les liens entre les expositions psychosociales et les composantes du syndrome métabolique, les comportements à risque pour la santé, les allergies et les issues défavorables de grossesse sont moins étudiés.

Les résultats de cette synthèse de la littérature épidémiologique¹ confirment l'importance de prévenir les RPS, compte-tenu des effets identifiés des expositions psychosociales sur la santé physique et mentale des travailleurs. Cependant, la caractérisation de ces effets doit se poursuivre, afin de documenter l'existence de relations dose-réponse ou d'effet seuil. Les expositions psychosociales perçues par les individus étant déterminées par l'organisation mise en place au sein de l'entreprise, l'identification des facteurs organisationnels reste nécessaire pour prévenir les RPS.

ÉTUDES SUR LES LIENS ENTRE TRAVAIL ET SANTÉ, PRISE EN COMPTE DES DIFFÉRENCES HOMMES/FEMMES

À partir d'une revue narrative de la littérature basée sur la lecture d'articles épidémiologiques portant sur les liens santé-travail, **A. Leclerc (Institut national de la**

¹ Ils sont disponibles dans l'article publié dans le numéro 180 de la revue *Références en santé au travail* sous la référence TP 57.

santé et de la recherche médicale - Inserm) a présenté une réflexion sur la question de la prise en compte des différences hommes/femmes dans ces études.

Les hommes, aussi bien que les femmes, sont sur-représenté(e)s dans certains métiers, avec des conséquences sur les expositions professionnelles selon qu'elles sont évaluées par l'intitulé d'emploi ou quantifiées de manière plus précise. Pour le même intitulé d'emploi, les tâches/conditions de travail peuvent différer entre hommes et femmes conduisant à des effets différents, conséquences des différences de capacités physiques (cas de certaines expositions biomécaniques chez les femmes, comme plus de travail « *bras en l'air* ») ou de la fréquence d'exposition (plus de tâches répétitives chez les femmes, plus d'expositions chimiques ou physiques chez les hommes). Ainsi, la non prise en compte de l'effet du genre sur l'exposition professionnelle peut avoir des conséquences sur les résultats, en surestimant l'effet du genre et en évaluant mal le poids des expositions professionnelles. Les méthodes d'analyse statistique impliquant l'ajustement, les interactions et modèles logistiques, utilisées le plus souvent pour la prise en compte du genre ne conduisent pas toujours à des résultats complets et à des interprétations mécanistiques affinées. De nouveaux « *outils* » s'imposent. La réflexion la plus avancée sur la prise en compte du genre dans les expositions professionnelles et de son interprétation dans l'analyse des effets, concerne les expositions biomécaniques et les TMS. Une matrice emplois-expositions (MEE) genrée a été proposée (EuroJEM) à partir des 4 matrices françaises et scandinaves. Ainsi, sur 365 groupes professionnels et 27 expositions

physiques, la matrice utilisée dans la cohorte Constances a montré que, pour un même groupe professionnel, les hommes sont plus exposés à la conduite de machines/véhicules et au travail en extérieur et les femmes plus exposées aux mouvements répétitifs, tête penchée en avant, et au travail sur écran. Un autre « *outil* » est l'utilisation de plusieurs approches pour l'analyse des interactions genre/exposition. Les approches additive, multiplicative, le risque attribuable, le modèle logistique apportent des informations différentes et complémentaires concernant la prise en compte du genre. En conclusion, il est utile de s'interroger dès le début d'une étude sur les liens avec le genre et sa prise en compte, d'examiner les données, notamment les fréquences des effets étudiés chez les hommes et chez les femmes selon les niveaux d'exposition et de mener, si les effectifs le permettent, des analyses séparées.

CONDITIONS DE TRAVAIL ET SANTÉ AU TRAVAIL : QUELLES INÉGALITÉS DE GENRE ?

À partir des données de l'observatoire Evrest (évolutions et relations en santé au travail) recueillies en 2021, 2022 et 2023, **E. Maire (Centre de recherche sur le travail et le développement - CRTD)** a présenté les résultats d'une étude dont l'objectif était d'analyser si la ségrégation professionnelle sexuée (assignation de droit ou de fait à des professions différentes en fonction du sexe) explique les inégalités en termes de conditions de travail et de santé entre les hommes et les femmes.

La population étudiée était composée de 21 800 salariés (48,7% de femmes) travaillant dans différentes familles professionnelles qui ont été reconstruites en intégrant à la fois la profession exercée et le secteur d'activité. Une fois construites, les auteurs ont déterminé si ces familles professionnelles sont ségréguées en utilisant le critère Hakim (une profession est considérée comme « *féminisée* » si la proportion de femmes dans la profession est supérieure de 15 points à la participation globale au marché du travail). Parmi les 14 familles professionnelles considérées dans l'étude, trois étaient féminisées (santé et action sociale, gestion administrative des entreprises, services aux particuliers et collectivités), deux mixtes (commerce, hôtellerie, restauration, alimentation) et neuf étaient masculinisées (maintenance, BTP, mécanique et travail des métaux, électricité et électronique, informatique et télécommunications, transport et logistique, ingénieurs et cadres industrie, industrie process, études et recherches). Des modèles de régression contrôlés pour l'âge et le type de contrat ont été utilisés pour analyser les conditions de travail (horaires atypiques, intensité, manque de ressources psychosociales, contraintes physiques) et les effets sur la santé (santé mentale, santé physique) en fonction du sexe et de la ségrégation professionnelle. Les résultats des modélisations ont montré que la ségrégation professionnelle peut en partie expliquer les inégalités sexuées en termes de conditions de travail (par exemple pression temporelle rencontrée davantage par les femmes quelle que soit la profession) et de santé (exemple de la santé mentale : plus d'anxiété rapportée par les

femmes). Cependant, la ségrégation professionnelle n'explique pas toutes les différences entre les hommes et les femmes. L'analyse de ces inégalités nécessite aussi la prise en compte de la répartition genrée des tâches au sein de métiers ou encore des tâches au sein de la famille.

DURÉE D'EXPOSITION AU TRAVAIL DE NUIT ET FACTEURS DE RISQUE CARDIOVASCULAIRES : RÉSULTATS ISSUS DE LA COHORTE CONSTANCES

E. Bourgkard (INRS) a présenté les résultats d'estimation de la relation entre l'exposition cumulée au travail de nuit et la prévalence des facteurs de risque cardiovasculaire (FRCV) d'une part, et le risque à 10 ans de maladies cardiovasculaires (calcul du SCORE 2) d'autre part. À partir des données de la cohorte Constances, trois profils de travailleurs de nuit ont été définis au moment de leur inclusion : travailleurs de nuit permanents (TN permanents), travailleurs de nuit en alternance avec du travail de jour (TN alternants) et anciens travailleurs de nuit (anciens TN). Les FRCV ont été définis à partir des mesures réalisées en centre d'examen de santé : obésité centrale (tour de taille ≥ 102 cm pour les hommes et 88 cm pour les femmes), hypertension artérielle (140/90 mmHg ou antécédents médicaux ou traitement (TT)), hypertriglycéridémie ($\geq 1,7$ mmol/L ou TT), cholestérol HDL bas ($< 1,04$ mmol/L chez les hommes et 1,29 mmol/L chez les femmes ou TT), diabète de type 2 (glycémie ≥ 7 mmol/L ou antécédents ou TT). Les relations ont été estimées à l'aide de modèles

additifs généralisés ajustés sur l'âge, le niveau d'éducation, le tabac, l'alcool et l'activité physique hors travail. Comparativement aux travailleurs de jour, les TN permanents hommes, présentaient des excès de risque statistiquement significatifs dès 5 ans d'exposition pour l'obésité centrale et dès 10 ans pour le diabète de type 2. Les TN alternants montraient un excès de risque statistiquement significatif d'obésité centrale dès 5 ans et d'hypertriglycéridémie dès les 1^{es} années d'exposition au travail de nuit. Les anciens TN présentaient des excès de risque statistiquement significatifs d'obésité centrale, d'hypertension et de cholestérol HDL bas dès les premières années d'exposition, avec des excès de risque comprises entre + 34 % et + 43 % à 5 ans d'exposition. Comparativement à un SCORE 2 bas, l'excès de risque d'un SCORE 2 modéré à élevé augmentait de 3 % par an chez les TN permanents, 5 % par an chez les TN alternants et 8 % par an chez les anciens TN. Les auteurs soulignent la nécessité de mettre en place une surveillance précoce et appropriée des FRCV chez les travailleurs de nuit actuels et chez les anciens travailleurs de nuit.

EFFETS CONJOINTS DE L'EXPOSITION PROFESSIONNELLE AUX GAZ D'ÉCHAPPEMENT DES MOTEURS DIESEL ET DU TABAGISME SUR LE RISQUE DE CANCER DU POUMON

W. Bijoux (Centre international de recherche sur le cancer - CIRC) a présenté une étude sur les effets conjoints de l'exposition

professionnelle aux gaz d'échappement des moteurs diesel et du tabagisme sur le risque de cancer du poumon. Ces deux expositions sont en effet connues pour être cancérigènes et les dernières études tendent à montrer que le risque de cancer du poumon lié à une l'exposition simultanée à ces 2 nuisances est plus important que l'addition de l'effet propre de chacune d'elles. L'étude présentée s'est appuyée sur une population masculine de 13 605 cas de cancer du poumon et 16 451 témoins provenant de 14 études européennes et canadiennes (projet SYNERGY). Une MEE a permis de quantifier l'exposition professionnelle au gaz d'échappement de moteur diesel, caractérisée par la concentration en carbone élémentaire (CE). D'autres expositions à risque ont été analysées, notamment le tabagisme dont l'exposition a été mesurée en paquets-années. Les effets conjoints ont été évalués en calculant un excès de risque relatif dû à l'interaction (RERI) tabagisme – exposition professionnelle au CE. Les auteurs de cette étude ont ainsi montré que chez les fumeurs légers et modérés (moins de 20 paquets-années), une exposition professionnelle au CE inférieure à la médiane était associée à une augmentation du risque de cancer du poumon (OR = 3,6) avec un RERI de +0,5. Le RERI était plus important chez les faibles fumeurs avec une exposition au CE supérieure à la médiane (OR = 4,9 et RERI = + 1,8) et bien plus important chez les grands fumeurs (plus de 20 paquet-années) avec une exposition au CE supérieure à la médiane (OR = 15,4 et RERI = + 3,6). Ces analyses ont été conduites chez des hommes uniquement du fait d'un effectif féminin trop limité dans la population considérée.

Les résultats, s'appuyant sur des données quantitatives, viennent confirmer le potentiel effet synergique de l'exposition professionnelle aux gaz d'échappement de moteur diesel et du tabagisme sur la survenue de cancer du poumon et illustrent la nécessité d'un suivi particulier des populations exposées simultanément à ces nuisances.

CO-EXPOSITIONS AUX FACTEURS DE RISQUE PSYCHOSOCIAUX ET PHYSIQUES ET SURVENUE D'ACCIDENTS DU TRAVAIL SELON L'ACTIVITÉ PROFESSIONNELLE

Se reposant sur les données des enquêtes Conditions de travail de la Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques (Dares) de 2013 et 2016, **R. Colin (INRS)** a présenté une étude dont l'objectif était d'analyser les effets des facteurs psychosociaux (FPS) et les facteurs physiques déterminant la survenue d'accidents du travail (AT) ainsi que l'effet de leurs co-expositions pour cinq regroupements d'activités professionnelles :

- BTP, électricité (BTPE), n = 1 158 ;
- industrie, exploitation, maintenance, logistique (IEM), n = 2 496 ;
- médico-social (MS), n = 3 181 ;
- services aux particuliers et collectivités (SPC), n = 2 383 ;
- commerce, transport, tourisme (CTT), n = 1 910.

Les AT survenus dans les 12 derniers mois précédant le recueil de 2016 étaient auto-déclarés par les salariés. Les expositions aux facteurs de risque physiques et psychosociaux étaient recueillies

en 2013. Globalement, l'ensemble des contraintes physiques était associé à un surrisque d'AT avec arrêt de travail. L'ensemble des expositions aux FPS était associé à un surrisque d'AT pour MS, SPC et CTT. Pour BTPE, seule l'exposition à une forte intensité du travail était associée à un surrisque de survenue d'AT (ratio de taux d'incidence IRR=1,43). Pour IEM, le manque d'autonomie, les rapports sociaux au travail dégradés ainsi que les conflits de valeur étaient associés à un excès de risque d'AT. L'exposition cumulée de plusieurs FPS augmentait le risque de survenue d'AT pour MS (IRR=1,50), SPC (IRR=2,18) et CTT (IRR=1,70). Contrairement à BTPE et IEM, les taux d'AT étaient significativement plus élevés pour les travailleurs de MS et CTT exposés conjointement à une exposition physique forte et à une exposition psychosociale forte par rapport à une exposition physique forte uniquement (respectivement $p = 0,005$ et $p = 0,028$). Enfin, pour SPC, une exposition élevée aux FPS augmentait le risque de survenue d'AT quel que soit le niveau d'exposition aux facteurs de risque physiques ($p < 0,01$). L'auteur conclut que les co-expositions sont de nature différente et ne produisent pas systématiquement les mêmes effets selon les activités professionnelles. L'effet des FPS sur la survenue d'AT semble plus affirmé dans les activités qui comptent les proportions les plus importantes de femmes. Bien que moins prédominantes dans les activités essentiellement masculines, il existe néanmoins des situations d'exposition psychosociale et de co-expositions physique et psychosociale qui se traduisent par un excès de risque d'AT.

LES EXPOSITIONS DES TRAVAILLEURS DU BÂTIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS EN FRANCE EN 2019, ÉVALUÉES DANS LE PROGRAMME MATGÉNÉ

Les travailleurs du bâtiment et des travaux publics (BTP) représentent une population particulièrement exposée à des risques professionnels variés. Le programme Matgéné utilise des MEE pour estimer les expositions au niveau national, couvrant tous les emplois et tous les statuts de travailleurs, qu'ils soient salariés, indépendants ou intérimaires. Ces matrices permettent d'évaluer l'exposition à différents agents ou conditions de travail et de produire des indicateurs pour l'ensemble de la population active en France. Les travaux présentés par **C. Pilorget (Santé publique France)** visaient à décrire les expositions des travailleurs du BTP en 2019, incluant salariés, dirigeants, artisans et intérimaires. Les MEE développées pour diverses nuisances (poussières de bois, silice, laines minérales, formaldéhyde, solvants, bruit et travail de nuit) ont été croisées avec les données d'emploi afin d'estimer le nombre et la proportion de travailleurs exposés. Les résultats de ces travaux indiquaient qu'en 2019, le BTP comptabilisait 1 716 590 travailleurs, dont 11,5 % de femmes, 22,9 % de travailleurs indépendants et 4,6 % d'intérimaires. Le bruit était l'exposition la plus fréquente (62,1 %), suivi des poussières de silice (39,2 %), des laines minérales (29,7 %) et des carburants/solvants pétroliers (12,7 %). Ces expositions étaient plus fréquentes que dans la population générale, contrairement

au travail de nuit et aux solvants oxygénés. Ces résultats illustrent la grande diversité des expositions dans le BTP et soulignent l'intérêt des MEE pour l'identification des risques spécifiques à des secteurs d'activité spécifiques.

EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES AUX POUSSIÈRES DE BOIS EN 2019 EN FRANCE À PARTIR D'UNE MATRICE EMPLOIS-EXPOSITIONS

Présentée par **L. Garras (Santé publique France)**, cette étude portait sur la description de l'exposition professionnelle aux poussières de bois en France hexagonale en 2019. Elle combine les données du recensement de la population avec la MEE issue du programme Matgéné, permettant d'estimer le nombre et la proportion de travailleurs exposés selon le statut professionnel, l'âge (20-74 ans), le sexe, les professions et les secteurs d'activité. Les probabilités d'exposition, attribuées à chaque emploi sur la base d'une expertise hygiéniste standardisée et de l'évolution réglementaire, ont été classées en cinq niveaux pour caractériser l'intensité. Les effectifs exposés étaient calculés par pondération des emplois recensés, avec estimation d'intervalles de sensibilité. La MEE évalue l'exposition aux poussières inhalables de bois, définies par l'article R. 4222-3 du Code du travail (particules $\leq 100 \mu\text{m}$ ou vitesse limite de chute $\leq 0,25 \text{ m/s}$).

Les résultats de ces travaux ont montré qu'en 2019, environ 304 500 travailleurs étaient exposés aux poussières de bois, soit 1,2 % des actifs en emploi. Parmi

eux, 210 800 (69 %) étaient salariés et 93 700 (31 %) non-salariés. La proportion de travailleurs exposés était environ trois fois plus élevée chez les non-salariés que chez les salariés. De manière globale, la distribution des expositions montrait des variations marquées selon le sexe et le statut professionnel. Chez les salariés exposés, les secteurs les plus représentés étaient la construction, le tertiaire, l'industrie et l'agriculture. La distribution par catégories socio-professionnelles indiquait une prédominance des salariés exposés parmi les artisans tant chez les femmes (24 % des exposés) que chez les hommes (27 % des exposés). Chez les femmes, la majorité des exposées travaillait dans le secteur du commerce de gros (5 200 travailleuses exposées) contrairement aux hommes dont la majorité des exposés était retrouvée dans les travaux de construction spécialisés (122 000 travailleurs exposés). Cette étude a permis de dresser un état des lieux national sur les expositions aux poussières de bois et la surveillance de cette exposition au cours du temps dans la population contribue au ciblage des groupes populationnels les plus concernés par l'exposition à ce cancérigène.

UN OUTIL POUR INTERROGER LES MESURES D'EXPOSITION RECUEILLIES DANS LES LIEUX DE TRAVAIL EN FRANCE DEPUIS 1987

B. Savary (INRS) a présenté un outil développé par l'INRS dans le but d'interroger les mesures d'exposition enregistrées dans la base de données Colchic qui compile plus de 835 000 résultats

d'exposition à 626 substances chimiques et permet un accès à des données statistiques d'exposition pour des scénarios spécifiques. Ces données proviennent de mesures effectuées par les laboratoires interrégionaux des Carsat/Cramif dans des secteurs et établissements variés. Grâce à cet outil, accessible gratuitement sur le site de l'INRS (<https://www.inrs.fr/outil110>), il est possible pour chaque substance, d'effectuer des requêtes en combinant jusqu'à 10 variables d'exposition (période temporelle depuis 1987, secteur d'activité, métier, tâche, taille de l'entreprise, type de procédé, fréquence d'exposition, produit associé à l'exposition, ventilation générale ou encore captage à la source). Selon la requête et lorsqu'au moins 50 mesures sont disponibles, des statistiques descriptives peuvent être fournies et permettre une estimation des expositions actuelles et passées. Ces données sont utiles pour les préventeurs de terrain et les chercheurs en santé au travail.

EXPOSITION PROFESSIONNELLE AUX PERTURBATEURS ENDOCRINIENS DES COIFFEUSES: PREMIÈRES DONNÉES SUR LES INVENTAIRES DES PRODUITS UTILISÉS DANS DES SALONS DE COIFFURE FRANÇAIS

Les perturbateurs endocriniens (PE) sont définis comme des substances chimiques pouvant interférer avec le fonctionnement du système endocrinien et de ce fait, induire des effets néfastes sur la santé. Ces

substances sont présentes dans de nombreux produits cosmétiques et capillaires. Cependant l'absence de fiche de données de sécurité pour les produits cosmétiques rend l'identification des PE en milieu professionnel complexe pour les services de prévention et de santé au travail (SPST). **R. Pons (INRS)** a présenté les premiers résultats issus d'une étude épidémiologique qui vise à évaluer l'exposition professionnelle des coiffeuses aux PE (avec un focus sur le résorcinol) et leurs effets sur la fonction thyroïdienne. Cette étude est menée actuellement avec 14 SPST permettant le recrutement et le suivi de coiffeuses travaillant dans des salons de coiffure. Dans ces salons, un inventaire des produits capillaires utilisés est réalisé. Les produits sont identifiés grâce à leur code-barre et la composition des produits présente sur l'étiquette est enregistrée. Ces informations sont compilées dans une base de données interne à l'INRS développée dans le cadre de l'étude. Les potentiels PE présents dans les compositions des produits sont quant à eux identifiés à partir de 3 sources : 1) les *Endocrine disruptor lists* qui répertorient les substances reconnues comme PE au sein de l'Union européenne, ou par au moins un état membre participant à l'initiative EDlist ou en cours d'évaluation ; 2) la base de données DeDUCT (*Database of endocrine disrupting chemicals and their toxicity profiles*) qui compile les données issues de la littérature et distingue les substances selon le type de données disponibles (épidémiologiques, chez le rongeur, *in vitro*) ; 3) la liste publiée par l'Agence nationale de sécurité sanitaire

de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) en 2021 et qui s'appuie très largement sur la liste DeDUCT. Les résultats présentés sont issus des inventaires de 51 salons de coiffure réalisés entre janvier 2023 et juin 2025. Au total, 7 279 produits ont été répertoriés et près de 80 % d'entre eux contiennent au moins une substance PE. La présence des PE varie selon les salons avec une moyenne de 75 % de produits contenant au moins un PE, proportion allant de 25 % à 93 %. À ce stade, aucune analyse n'a été menée pour documenter cette variabilité. Ces données participent aux actions d'aide au repérage des PE en milieu professionnel et seront croisées aux données individuelles recueillies dans l'étude épidémiologique afin de mieux évaluer l'exposition professionnelle des coiffeuses. Une mise à disposition des données des inventaires auprès des SPST est envisagée à partir de 2027 afin de renforcer les démarches de prévention du risque chimique dans les salons de coiffure.

CONDITIONS DE TRAVAIL ET PROJET DE MOBILITÉ DANS LES SERVICES DU PREMIER MINISTRE : DES INTERRELATIONS MULTIPLES

Dans un contexte d'intensification du travail dans la fonction publique (FP), **C. Mardon (CRTD)** a présenté les résultats d'une étude dont l'objectif était d'examiner les liens entre les projets de mobilité des agents de la FP des Services du Premier Ministre (SPM) et les conditions de travail. Une enquête

par questionnaire a été menée en mars 2022 auprès de 2 577 agents des SPM hors militaires. Le taux de participation était de 40 %. Cinq catégories de répondants ont été définies en fonction de la réponse à la question « *Dans les années à venir, envisagez-vous de changer de travail ?* » :

- les « *partants* » ont répondu « *Oui, et j'ai un projet précis dans les deux ans* » ;
- les « *orientés* » ont répondu « *Oui, et j'ai un projet précis mais sans date définie* » ;
- les « *disponibles* » ont répondu « *Oui, mais sans avoir de projet précis ni de date définie* » ;
- les « *bloqués* » ont répondu « *Non, j'aimerais bien mais ça me semble difficile* » ;
- les « *installés* » ont répondu « *Non, je ne le souhaite pas* ».

Les résultats ont montré que les projets de mobilité diminuaient avec l'âge. Les « *installés* » se retrouvaient davantage chez les fonctionnaires et ceux en CDI. Les « *bloqués* » étaient davantage chez les CDD. Une forte intensité du travail était associée à une probabilité plus élevée de mobilité. Les plus grandes différences de ressources psychosociales se retrouvaient entre les « *installés* » et les « *bloqués* » en défaveur de ces derniers. Il y avait cependant des interrelations multiples : l'ancienneté contribuait à diminuer l'inclination à la mobilité et à augmenter la probabilité de « *blocage* » ; les tensions avec la hiérarchie pourraient être une composante des sensations de blocage et enfin la catégorie des agents, ceux appartenant aux catégories A/A+ ayant plus fréquemment des nouveaux projets. Souvent, les approches usuelles de la mobilité professionnelle le sont sous l'angle de la « *résistance* »

au changement ». Ces résultats viennent compléter cette vision et pourraient permettre d'éclairer les politiques de mobilité professionnelle.

CONSUMMATIONS DE TABAC ET D'ALCOOL DÉCLARÉES PAR LES SALARIÉS DES IEG ET FACTEURS ASSOCIÉS SELON L'OBSERVATOIRE EVREST

Depuis 2009, les industries électriques et gazières (IEG) participent à l'observatoire Evrest, impliquant environ 80 équipes médicales. Cet observatoire permet, grâce aux questions posées, de quantifier les consommations de tabac et d'alcool, enjeux majeurs de santé publique et de santé au travail.

A. Adam (Enedis) a rapporté les résultats concernant les principaux facteurs associés à ces consommations, les pathologies associées à la consommation de tabac et la comparaison de différentes modalités d'analyse des consommations d'alcool dans Evrest. Ces résultats ont été obtenus grâce à une approche transversale répétée. Les résultats relatifs des consommations de tabac et d'alcool au sein des IEG sont cohérents avec ceux retrouvés dans la littérature. Leur analyse permet de donner des clés d'interprétation des différences de consommation observées entre entreprises et de cibler des actions vers certaines populations, selon l'âge, le sexe, la catégorie socio-professionnelle, les caractéristiques du travail par exemple. De plus, la mise en évidence des liens entre ces consommations et les facteurs professionnels, en cohérence avec les recommandations de la HAS,

peut se révéler particulièrement utile pour initier des démarches de prévention collective destinées à agir en amont sur les facteurs de risque liés au travail. Au sein des IEG, cela s'est traduit par exemple par des actions visant à agir sur la culture de l'entreprise, les rituels d'intégration et de socialisation.

EXPOSITION À DES COMPORTEMENTS HOSTILES AU TRAVAIL ET CONSOMMATION DE SUBSTANCES PSYCHOACTIVES

R. Salgues (ACMS) a présenté une étude transversale portant sur l'exposition à des comportements hostiles au travail (CHT) et ses liens avec la consommation de substances psychoactives (SPA). Le recueil des données a été réalisé par auto-questionnaire à l'occasion des consultations au SPST auprès de 1 120 salariés. L'exposition aux CHT a été évaluée par le NAQ-R (*Negative Acts Questionnaire-Revised*) qui comprend 22 questions et permet d'interroger les salariés sur leur exposition perçue à des comportements hostiles au travail. Les scores obtenus à ce questionnaire ont été répartis en 3 groupes : NAQ nul (26 %), léger (49 %), modéré/élevé (25 %). Les résultats présentés portaient sur la comparaison entre le groupe de salariés ayant obtenu un score léger et ceux ayant obtenu un score modéré à élevé. Les catégories de salariés ayant obtenu un score NAQ modéré/élevé étaient plus souvent des femmes (54,8 %), des personnes âgées entre 45 et 55 ans ou ayant entre 1 à 5 ans d'ancienneté. La prévalence de consommation

ou d'augmentation de consommation de SPA était significativement plus élevée dans le groupe des salariés ayant un score NAQ modéré/élevé, comparativement à ceux ayant un score NAQ léger (36,3 % vs 8,4 %). Le même constat a été fait pour la consommation de médicaments psychotropes (74,8 % vs 54,3 %) et la consommation de tabac (42,6 % vs 25,9 %). En revanche, il n'y avait pas de différence significative observée entre les deux groupes pour les autres SPA. Les motifs de consommation de SPA variaient selon l'exposition aux CHT. Parmi les consommateurs, ceux ayant un score NAQ modéré/élevé étaient beaucoup plus nombreux à consommer des SPA uniquement pour des raisons professionnelles que ceux étant peu exposés aux CHT (78,6 % vs 39,1 %). La situation était inverse quand il s'agissait de consommation de SPA pour des raisons non professionnelles (39,1 % pour les NAQ légers vs 7,8 % pour les NAQ modérés/élevés). La consommation de médicaments psychotropes est associée à la nécessité de tenir au travail alors que la consommation des autres SPA est reliée à des motifs non professionnels. L'alcool est consommé pour récupérer après une journée de travail compliquée (comparativement aux autres SPA), alors que pour tenir au travail, la consommation des autres SPA est plus élevée que celle de l'alcool. Des recommandations en termes de prévention ont pu être évoquées à la fois pour les entreprises, les SPST et les salariés : promouvoir un climat de travail serein, informer sur les méfaits des SPA, sensibiliser et former sur les conduites addictives ou encore sensibiliser sur les risques d'automédication.

ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR LA SANTÉ ATTRIBUABLE AUX RISQUES PSYCHOSOCIAUX AU SIÈGE D'UNE GRANDE ENTREPRISE NATIONALE FRANÇAISE

Dans un contexte de signalement accru de RPS au sein du siège d'une grande entreprise nationale de 1 800 salariés, **C. Rogier (ACMS)** a cherché à comprendre comment aider l'employeur et les instances représentatives du personnel à s'engager dans la prévention des RPS. De juin 2021 à mai 2025, au cours des consultations de santé au travail systématiques ou occasionnelles, 1 143 travailleurs ont répondu à un questionnaire sur leur santé et leur exposition aux RPS mesurée par le COPSOQ III² (questionnaire psychosocial de Copenhague, 3^e version, constitué de 32 items). Une altération significative de la santé (ASS) était caractérisée lorsqu'elle aurait pu justifier une consultation médicale. Parmi les répondants, 32 % ont déclaré au moins une ASS au cours du suivi : troubles du sommeil (23 %), signes de dépression (14 %) ou d'anxiété (11 %), stress chronique (8 %), épuisement chronique (8 %), troubles cognitifs chroniques (7 %), score de bien-être altéré (3 %) et santé auto-évaluée plutôt mauvaise ou mauvaise (3 %). Les analyses statistiques ont montré que les exigences émotionnelles, la non conciliation vie privée et professionnelle, l'insécurité de la situation professionnelle, un management inapproprié et l'insatisfaction au travail étaient associés significativement aux ASS (OR de 1,6 à 5,6). De plus, 55 % des ASS seraient attribuables à au

moins un RPS déclaré. Parmi les participants, 28 % ont déclaré au moins un arrêt de travail l'année précédente. Ces arrêts de travail étaient associés significativement à la non conciliation vie privée et professionnelle, au manque de marges de manœuvre, aux violences internes, à l'insatisfaction au travail et à l'insécurité de la situation professionnelle (OR de 1,5 à 2,5), avec une fraction attribuable aux RPS déclarés de 37 %. C. Rogier conclut en précisant qu'une fraction importante des ASS et des arrêts de travail auraient pu être évitée si les RPS avaient été mieux contrôlés. Ces résultats ont permis une meilleure prise en compte des RPS par la direction et les instances représentatives du personnel, notamment par l'identification de pistes d'améliorations et par une évolution des modalités de prévention des RPS.

FACTEURS D'ALTÉRATION DE LA SANTÉ MENTALE DES CONDUCTEURS DE BUS EN MILIEU URBAIN

M.A. Denis (Unité mixte de recherche épidémiologique et de surveillance transport travail environnement - UMRESTTE) a présenté une étude portant sur la santé mentale des conducteurs de bus en milieu urbain. Ces travailleurs, exposés à de fortes pressions temporelles et à des tâches monotones ou encore à des violences externes, présentent des troubles du sommeil, de la fatigue ou encore des troubles de stress post-traumatique. Cette étude menée en Auvergne-Rhône-Alpes dans un contexte d'augmentation de l'usage des transports urbains, vise à documenter les facteurs

d'altération de la santé mentale. Pour ce faire, cette équipe de recherche s'appuie sur le questionnaire administré aux salariés dans le cadre du projet Evrest auquel a été ajoutée une dizaine de questions spécifiques liées notamment aux agressions ou aux accidents de la circulation. Plusieurs facteurs de risque ont été étudiés, biomécaniques, organisationnels, psychosociaux ou encore ergonomiques, lors de la conduite mais également aux terminus. Au total, 674 conducteurs ont participé à cette étude et 86 % étaient des hommes. Parmi eux, 21 % rapportaient des signes de fatigue, 13 % d'anxiété et 17 % de troubles de sommeil. Ces atteintes étaient moins fréquemment rapportées chez les femmes, et les troubles du sommeil étaient plus fréquemment rapportés chez les plus de 50 ans. Les facteurs d'altération de la santé mentale identifiés étaient l'intensité de travail élevée et le manque de ressources psychosociales. Des mesures de prévention ont été présentées et reposent principalement sur une meilleure reconnaissance et une augmentation de l'autonomie des salariés tout en encourageant la coopération, l'apprentissage et la variété des tâches.

INTENSITÉ DU TRAVAIL ET RESSOURCES PSYCHOSOCIALES CHEZ LES SALARIÉS AYANT DES FONCTIONS DE TUTORAT

S. Volkoff (CRTD) a présenté une étude sur les personnes exerçant en entreprise une fonction de tuteur (ou de tutrice). Cette fonction est jugée précieuse pour l'accueil et la fidélisation des nouveaux arrivants. Toutefois,

2. Ce questionnaire est décrit dans une fiche d'évaluation des risques psychosociaux publiée dans le numéro 168 de la revue *Références en santé au travail* sous la référence *FRPS 36*.

les conditions de travail de ces tuteurs sont peu étudiées. Les données présentées étaient issues de la base nationale Evrest (10 858 répondants en 2021 et 2022) et analysées par tris croisés et modèles multivariés. Une question a permis d'identifier qu'environ un quart des répondants a une fonction de formateur ou de tuteur. Il apparaît que les tuteurs étaient un peu plus souvent des hommes que des femmes, plus représentés dans les âges moyens (35-44 ou 45-54 ans) que chez les plus jeunes ou les plus âgés. Le tutorat concernait davantage les cadres et les

professions intermédiaires que les employés et les ouvriers. D'après les résultats de cette étude, les tuteurs sont davantage intégrés que les non-tuteurs : moins de contrats précaires et de temps partiels, davantage d'accès à des formations. Ils bénéficient de plus de ressources psychosociales que les non-tuteurs : plus d'autonomie, de possibilité d'apprendre, un travail plus varié, plus d'opportunité d'entraide, de coopération. En revanche, ils sont davantage exposés à la pression temporelle (notamment hâte dans le travail, dépassements des horaires). Les

tuteurs ont une probabilité plus importante que les non-tuteurs de déclarer de la fatigue ou de la lassitude mais sur les autres caractéristiques de santé prise en compte dans le cadre d'Evrest, aucune autre différence n'est observée. Ces résultats montrent que le profil et les conditions de travail des tuteurs diffèrent de ceux qui n'exercent pas cette fonction. L'enjeu pour les entreprises est de pouvoir faciliter cette fonction de tutorat en veillant à ne pas dégrader les conditions de travail (notamment temporelles) de ceux qui exercent ce rôle.

PROCHAINE JOURNÉE DE L'ADEREST

le 16 novembre 2026
à Paris

Thème

**RECOMMANDATIONS DE BONNES
PRATIQUES EN ÉPIDÉMIOLOGIE**

➤ Plus d'information sur www.aderest.org

JOURNÉE
TECHNIQUE



POSTURES SÉDENTAIRES AU TRAVAIL

Tous concernés !

**Mardi
13 octobre
2026**

Uniquement diffusée
sur Internet



Dans de nombreuses activités, du **tertiaire** notamment, mais aussi de l'**industrie ou du transport**, la **posture assise est couramment rencontrée**. Dès lors qu'elle est maintenue dans le temps et associée à une faible dépense énergétique, cette posture sédentaire peut induire des conséquences délétères sur la santé. Souvent méconnus, les risques associés aux postures sédentaires représentent pourtant un **enjeu de santé au travail**. A ce titre, les entreprises doivent les intégrer dans leur démarche de prévention des risques professionnels.

Après avoir décrit ce qui caractérise les postures sédentaires, cette journée technique organisée par l'INRS abordera leurs **effets sur la santé** ainsi que les **actions possibles à mettre en œuvre** pour les prévenir. Les présentations se poursuivront par des retours d'expérience de différents acteurs ayant engagé une démarche de prévention des risques associés aux postures sédentaires.

Cette journée s'adresse à l'ensemble des acteurs de la santé et sécurité au travail en entreprises.

Inscription obligatoire : postures-sedentaires.inrs.fr
Contact : postures.sedentaires@inrs.fr

Les maladies professionnelles, de l'émergence à l'indemnisation... Et au-delà

Société française de santé au travail (SFST)

En ligne, le 30 janvier 2026

AUTEUR :

J. Park, interne en médecine et santé au travail, département Études et assistance médicales, INRS

EN RÉSUMÉ

Cette journée organisée par la Société française de santé au travail a pour ambition d'éclairer les multiples facettes de la reconnaissance des maladies professionnelles, depuis leur détection jusqu'aux enjeux médico-légaux et sociaux qu'elles soulèvent. Des focus ont porté sur les cancers cutanés, la bronchite chronique obstructive, le cancer broncho-pulmonaire et celui de la prostate ainsi que sur le syndrome du canal carpien.

MOTS CLÉS

Maladie professionnelle / Réglementation / Cancer / Canal carpien / Écran de visualisation / BPCO / Broncho-pneumopathie chronique obstructive

LE CIRCUIT D'INSTRUCTION DES DEMANDES DE MALADIES PROFESSIONNELLES : DE LA CPAM AU CRRMP

Pour mémoire, il existe deux voies de reconnaissance en maladie professionnelle (MP) : celle des tableaux avec une présomption d'origine et le système complémentaire qui a recours au comité régional de reconnaissance des maladies professionnelles (CRRMP), dont le rôle est d'établir un lien direct (alinéa 6 de l'article L. 461-1 du Code de la sécurité sociale - CSS) ou un lien direct et essentiel en présence d'une incapacité ≥ 25 % ou d'un décès (alinéa 7 de ce même article) entre la maladie et l'activité professionnelle. L'instruction, basée sur le principe du contradictoire, démarre à la

réception, par la caisse primaire d'assurance maladie (CPAM), d'un dossier complet (déclaration remplie par le salarié et certificat médical initial – CMI – signé par le médecin du choix du salarié). Dans le cadre de la procédure, un questionnaire est systématiquement adressé à l'employeur et à l'assuré afin de décrire les conditions de travail. En cas de divergences de réponses ou si le dossier relève des alinéas 6 ou 7, une enquête administrative est alors menée par des agents enquêteurs de la CPAM. **F. Margaroli (Assurance maladie)** a insisté sur l'importance de l'avis du médecin du travail dans la procédure. Lorsque la CPAM transmet un dossier au CRRMP, l'avis de tous les médecins du travail connus des entreprises dans lesquelles il y a une exposition possible est obligatoirement demandé, sans passer par l'employeur. En l'absence de réponse dans un délai d'un mois,

Les maladies professionnelles, de l'émergence à l'indemnisation... Et au-delà

Société française de santé au travail (SFST)

le CRRMP peut statuer sans cet avis. L'employeur peut demander la communication de l'avis du médecin du travail selon une procédure impliquant un médecin désigné par l'employeur et un autre désigné par la victime, lequel peut refuser la transmission des documents.

Entre 2011 et 2024, le nombre de dossiers examinés par les CRRMP a doublé, passant de 15 000 à 30 000 dossiers par an. Ceux relevant de l'alinéa 7 représentent plus d'un tiers des dossiers. Pour l'alinéa 6, en moyenne 42 % des dossiers reçoivent un avis favorable et concernent essentiellement les tableaux 57 (« *Affections périarticulaires provoquées par certains gestes et postures de travail* ») et 98 (« *Affections chroniques du rachis lombaire provoquées par la manutention manuelle de charges lourdes* »). Pour l'alinéa 7, le taux d'avis favorables est d'environ 35 %, les principales pathologies concernées étant les affections psychiques, les troubles musculosquelettiques (TMS) et les cancers ne figurant pas dans les tableaux.

LES INDICATEURS DE MALADIES PROFESSIONNELLES EN FRANCE

Le nombre de MP reconnues augmente chaque année. Toutefois, **J.F. Gehanno (Centre hospitalier universitaire de Rouen – CHU, Rouen)** explique qu'il existe un décalage important entre le nombre de cas reconnus et indemnisés en MP et le nombre de maladies causées ou aggravées par le travail. Le rapport de la commission chargée d'évaluer, pour la branche maladie,

le coût de la sous-déclaration des MP et des accidents du travail (AT) indique qu'il y a 161 000 à 217 000 cas d'asthme professionnel par an pour 630 versements de prestations en 2022 ; et entre 52 500 à 82 200 cas de cancer par an ayant une origine professionnelle pour 1 530 cancers indemnisés. Entre 2018 et 2019, le taux de sous-déclaration des TMS est estimé à 57 % pour le syndrome du canal carpien (SCC), 66 % pour les TMS du coude, 72 % pour ceux de l'épaule et 61 % pour ceux du rachis. Dans le cas des troubles psychiques, 1 805 cas ont été reconnus en MP en 2024, mais ce nombre reste faible au regard des 28 877 cas reconnus en AT cette même année. Cette sous-déclaration peut être expliquée, entre autres, par le renoncement de l'assuré lié à la pression de l'employeur, la complexité de la procédure et la mauvaise compréhension des droits. De plus, il existe des disparités de taux de reconnaissance entre les régimes [par exemple pour l'alinéa 6, le régime général (RG) émet 43 % d'avis favorables alors que ce taux est de 60 % pour le régime agricole (RA)] mais également d'un CRRMP à l'autre sans que des raisons claires soient trouvées à ces disparités. Une étude suggère également que les modalités d'accompagnement du salarié jouent un rôle clé dans la réalisation des démarches. Ainsi, les travailleurs orientés vers un centre régional de pathologies professionnelles et environnementales (CRPPE) sont plus enclins à déposer un dossier de demande de reconnaissance par rapport à ceux orientés vers le médecin traitant. De ces faits, il est important de rappeler que les chiffres de MP reconnues ne sont pas des données épidémiologiques et ne reflètent pas l'ensemble des

maladies liées à l'activité professionnelle, d'autant que ces données ne prennent pas en compte celles du secteur public.

QUELLE EST LA PLACE DU MÉDECIN DU TRAVAIL DANS L'INSTRUCTION DES MP?

À partir des questions soumises à l'INRS, **A. Delépine (Institut national de recherche et de sécurité – INRS, Paris)** souligne le manque d'information des salariés quant aux démarches de reconnaissance en MP et rappelle que, de par son rôle de conseiller, le médecin du travail doit informer et accompagner le salarié dans la procédure. Il lui appartient d'explicitier ses tenants et aboutissants, notamment la levée du secret médical vis-à-vis de l'employeur. Il est aussi important de préciser que, le plus souvent, la reconnaissance en MP donne droit à un capital et non une rente, insuffisant pour cesser son activité professionnelle. Concernant le CMI, le médecin du travail ne peut refuser de le rédiger mais peut évoquer sa position de neutralité vis-à-vis de l'entreprise et orienter le salarié vers le médecin traitant en indiquant les éléments suffisants et nécessaires à la rédaction d'un certificat conforme. Selon **A. Delépine**, il n'existe pas d'urgence à effectuer une déclaration de MP, le rôle du médecin du travail étant de fournir au salarié des informations claires sur les enjeux de la MP, le choix final revenant au salarié. Il convient de prendre en compte le retentissement de l'état de santé sur le poste de travail, indépendamment de la reconnaissance en MP et de rappeler que celle-ci n'est

pas systématiquement synonyme d'incapacité médicale. Enfin, lorsque le salarié reçoit une notification de refus de prise en charge, le médecin du travail doit être capable de l'expliquer.

C. Verdun (CHU, Bordeaux) a ensuite explicité le rôle du médecin du travail dans la Fonction publique. Dans le dossier de demande de reconnaissance en MP adressé à l'administration de l'établissement, le médecin du travail indique si la maladie relève d'un tableau et si tous les critères sont réunis. Dans ce cas, la présomption d'origine s'applique et le raisonnement est le même que dans le RG. Lorsque l'ensemble des conditions du tableau n'est pas rempli ou que la maladie ne figure dans aucun tableau, l'instruction du dossier nécessite une expertise permettant d'établir l'existence d'un lien direct ou d'un lien indirect et essentiel entre la maladie et l'activité exercée. Au cours de l'instruction du dossier, le salarié et l'employeur peuvent avoir accès à des pièces du dossier mais uniquement pendant des périodes définies. En dehors de ces dernières, l'accès aux documents est impossible. L'avis du médecin du travail a toute pertinence à figurer dans le dossier médical de santé au travail (DMST) d'autant qu'il concerne le lien entre la santé et le travail ainsi que sa date de constatation.

LA QUESTION DES FAUX CERTIFICATS MÉDICAUX

La sous-déclaration des MP est en partie liée à une réticence des médecins du travail à rédiger le CMI. Celle-ci peut s'expliquer par la crainte de plaintes ordinaires ou de dégradation de relations avec

l'entreprise. Pourtant, la rédaction de certificat médical relève d'une obligation déontologique du médecin. **S. Fantoni (CHU, Lille)** décrit la prudence et la rigueur nécessaires à la rédaction du CMI sans pour autant nuire à la reconnaissance des MP. En tant que médecin du travail, la suspicion d'un lien entre une maladie et une exposition professionnelle nécessite de conseiller le travailleur dans les démarches les plus pertinentes, de rédiger le CMI et/ou de donner les éléments au médecin traitant pour la rédaction de ce dernier. Ce certificat doit être objectif, fondé sur des éléments factuels et strictement médicaux. Il doit mentionner les signes physiques et fonctionnels et décrire les expositions professionnelles. La délivrance d'un rapport tendancieux ou d'un certificat de complaisance engage la responsabilité pénale du médecin. Il doit, sans céder à aucune demande abusive, faciliter l'obtention par le salarié des avantages sociaux auxquels son état lui donne droit. Dans tous les cas, l'imputabilité au niveau individuel est établie par l'organisme de sécurité sociale.

RÉPARATION EN MP OU EN INVALIDITÉ : LAQUELLE EST PRÉFÉRABLE ? UNE COMPATIBILITÉ ENTRE LES DEUX

Contrairement aux idées reçues, la pension d'invalidité (PI) n'est pas toujours plus avantageuse que la rente AT-MP. Cette dernière répare les séquelles définitives d'un AT ou d'une MP. Elle est versée à vie, n'est pas imposable, peut se cumuler avec d'autres revenus et

une réversion peut être possible aux ayant droits. La PI, quant à elle, est calculée en fonction de la capacité de travail ou de gain restante. Elle est versée uniquement jusqu'à la retraite, est imposable et remplace le salaire. Le cumul de la PI et de la rente AT-MP n'est pas envisageable pour une même atteinte. Toutefois, **S. Fantoni** explique que le cumul est possible uniquement pour la fraction de l'invalidité non déjà indemnisée par la rente AT-MP. Dans le cas où l'assuré perçoit déjà une PI, si l'origine professionnelle est totale, la rente AT-MP est prioritaire si elle est plus avantageuse, mais peut être alignée sur le montant de la PI si elle est inférieure. En revanche, si l'origine professionnelle est partielle, la rente AT-MP est versée en plus mais la PI est réduite d'autant. Enfin, si l'assuré touche une rente AT-MP, sans invalidité, et que son état s'aggrave à cause d'une maladie non professionnelle, une PI peut s'ajouter à la rente AT-MP sans dépasser le plafond du salaire antérieur. Ces règles ne sont cependant pas harmonisées entre les CPAM.

CONSÉQUENCES DES MP RECONNUES : FAUTE INEXCUSABLE DE L'EMPLOYEUR, OBLIGATION DE SÉCURITÉ

S. Fantoni rappelle que depuis 2002, la faute inexcusable (FI) est définie de la manière suivante : « En cas d'AT-MP, le manquement de l'employeur à son obligation de sécurité a le caractère d'une FI lorsqu'il avait ou aurait dû avoir conscience du danger auquel était exposé le salarié et qu'il n'a pas pris

Les maladies professionnelles, de l'émergence à l'indemnisation... Et au-delà

Société française de santé au travail (SFST)

(toutes) les mesures nécessaires pour l'en préserver ». La FI ne se présume pas, sauf dans deux situations particulières définies par le Code du travail : s'il existe un signalement d'un risque par le salarié ou le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) ou le comité social et économique (CSE) et que l'employeur ne l'a pas pris en compte avant la survenue de l'AT ou de la MP ; ou si les travailleurs exerçant en CDD ou intérimaire n'ont pas reçu d'accueil, de formation et d'information à la sécurité adaptés. Dans les autres cas, c'est à la victime de déposer la demande de reconnaissance en FI auprès de sa CPAM et d'en apporter les preuves, les deux conditions cumulatives étant la conscience du danger par l'employeur et l'absence de mesures adéquates prises pour y remédier. La conscience du danger est établie en cas de non-respect des préconisations du médecin du travail ; en présence d'un signalement d'un risque par le médecin du travail ou les autorités compétentes ; ou encore sur la base du document unique, surtout si celui-ci n'a pas été réalisé. Même lorsqu'un employeur a des règles de sécurité affichées, si celles-ci ne sont pas adaptées, ni appliquées, ni contrôlées, la FI peut être reconnue. De même, si les formations de sécurité dispensées ne sont pas adaptées aux risques professionnels réels, elles sont considérées comme non appropriées. Il est donc nécessaire de vérifier la pertinence et l'application des mesures de prévention mises en place.

L'enjeu principal de la FI est d'améliorer l'indemnisation de l'AT-MP, souvent jugée insuffisante comparée à son impact réel. Si la FI est reconnue, la victime bénéficie

d'une majoration de la rente ou du capital et d'une indemnisation complémentaire des préjudices professionnels et personnels. Ces prestations, qui ne couvrent pas l'intégralité des préjudices, lui sont versées directement par la CPAM, qui récupère ensuite ces sommes auprès de l'employeur via des cotisations complémentaires ou une action récursoire. L'employeur peut s'assurer contre le « risque FI » et ses conséquences financières et, dans ce cas, la CPAM se retourne vers l'assureur pour obtenir le remboursement des indemnités.

Beaucoup plus rarement, la FI du salarié peut être reconnue. Il s'agit d'un acte volontaire, d'une exceptionnelle gravité, exposant sans raison valable son auteur à un danger dont il aurait dû avoir conscience. Cette FI a pour conséquence, une réduction de la rente.

S. Fantoni affirme que les évolutions jurisprudentielles sont encore très importantes tant sur les mesures adéquates à prendre que sur le périmètre des préjudices indemnisables.

SYNDROME DU CANAL CARPIEN ET TRAVAIL SUR ÉCRAN : MYTHE OU RÉALITÉ ?

La question du lien entre le travail sur écran et la survenue de TMS, et plus particulièrement le syndrome du canal carpien (SCC), fait l'objet de nombreuses recherches depuis plusieurs décennies avec des résultats très discordants, comme le rapporte **J.F. Gehanno**. Dans sa brochure « *Écrans de visualisation, santé et ergonomie*¹ », actualisée en 2020, l'INRS précise que « l'ap-
pui des poignets sur la table lors de l'utilisation du clavier provoque

une extension du poignet [...]. L'extension prolongée du poignet est l'un des facteurs déterminants du syndrome du canal carpien ». Or certaines cohortes ne mettent en évidence aucune association et concluent même que le SCC est beaucoup plus fréquent chez les travailleurs occupant des emplois non liés à l'informatique, tandis qu'une autre étude retrouve un excès de risque en cas d'utilisation de la souris et en cas d'utilisation fréquente de l'ordinateur et du clavier mais avec un faible niveau de preuve.

En 2008, une revue de la littérature rapporte des résultats très hétérogènes : dans la plupart des études, aucun effet n'a été observé, mais l'une d'elles a montré un effet significatif du nombre d'heures rapporté par les travailleurs sur la survenue du SCC et une autre mentionne même un effet protecteur. L'étude de la physiopathologie du SCC montre une augmentation modérée de la pression exercée dans le canal carpien lors de l'utilisation de la souris, notamment au moment du cliquage.

Ces disparités peuvent être en lien avec la présence de facteurs de confusion comme les risques psychosociaux (RPS) ou encore la question de l'évaluation des expositions, cette dernière étant un élément central dans les études épidémiologiques. À cela s'ajoutent l'augmentation de la tension musculaire en lien avec le niveau d'investissement, la reconnaissance au travail, le stress, la charge cognitive et la précision demandée. L'autoévaluation de la durée d'utilisation de l'ordinateur est à l'origine d'une surestimation par rapport à un logiciel permettant d'enregistrer le temps réel passé à travailler avec l'ordinateur. Les SCC dans le cadre du travail sur écran

1. <https://www.inrs.fr/media.html?re-fINRS=ED%20924>

font régulièrement l'objet de demande en reconnaissance en MP mais sont systématiquement refusés par le CRRMP.

DISPARITÉS DE RECONNAISSANCE DES MP EN EUROPE : PEUT-ON VRAIMENT COMPARER LES STATISTIQUES ?

J.F. Gehanno a montré les variations considérables en termes de reconnaissance d'un pays à l'autre au sein de l'Europe. Ainsi, pour 100 000 assurés, le nombre de MP reconnues en France est de 258 tandis qu'il est de 81 en Allemagne. Ces disparités existent aussi au niveau du type de pathologies reconnues. Par exemple, au Danemark, les pathologies dermatologiques (dermatites de contact irritatives et allergiques) représentent environ 50 % des maladies reconnues en MP alors qu'en France, c'est moins de 5 %. Les TMS représentent 88 % des MP reconnues en France, 75 % en Italie, 22 % au Danemark et 4 % en Allemagne. Quant aux cancers, le nombre de cas reconnus est de 0,24 pour 100 000 assurés en Espagne, contrastant avec les 11 cas pour 100 000 assurés reconnus en France.

Parmi les éléments pouvant expliquer ces divergences, peuvent être citées les différences réglementaires (par exemple la diversité des dates d'interdiction de l'usage de l'amiante), la nature des principales activités du pays (agriculture, chimie, industrie...), la culture de prévention (respect des consignes, port des équipements de protection individuelle) ou les variations génétiques.

Un autre élément mis en cause

est la différence des procédures de déclaration. En France, c'est la victime qui fait la demande de reconnaissance. En Allemagne, comme au Danemark, le médecin a une obligation de déclaration, mais celle-ci peut être faite aussi par la victime, l'employeur ou encore la caisse d'assurance sociale.

De plus, il est à noter que certains pays n'appliquent pas la notion de présomption d'origine alors que d'autres ne disposent pas de voie complémentaire de reconnaissance des MP.

En ce qui concerne les pathologies psychiques, l'état de stress post-traumatique et la dépression après participation à une guerre figurent dans la liste des MP au Danemark alors que leur reconnaissance est impossible en Allemagne ou en Suisse.

L'évolution des tableaux de MP est conditionnée par la place accordée à l'expertise scientifique. Selon les pays, les listes de MP peuvent être plus ou moins proches de la liste européenne. En France, les tableaux sont plus précis et plus restrictifs que cette dernière. En Allemagne, la liste contient une condition de gravité (cessation de l'activité professionnelle) pour les TMS et les pathologies de peau. Les listes ont tendance à évoluer vers l'élargissement du nombre de maladies prises en compte, comme en France, mais, parfois, l'évolution se fait vers des tableaux plus restrictifs, comme au Danemark ou en Allemagne, où des notions de durée et d'intensité d'exposition ont été introduites pour certaines maladies.

La recommandation de 2025 ajoute quatre nouvelles MP liées à l'amiante à la liste européenne des MP (annexe I) : cancer du larynx, cancer des ovaires, plaques pleurales avec impotence fonctionnelle

des poumons, épanchement pleural non malin. Elle ajoute également 3 cancers à la liste complémentaire (annexe II) : cancers du côlon, du rectum et de l'estomac.

Sur le plan économique, les disparités entre les pays sont également retrouvées dans les montants d'indemnisation.

ACTUALITÉS SUR LES BPCO PROFESSIONNELLES

J.D. Dewitte (CHU, Brest) a rappelé que le tabagisme, sous toutes ses formes (cigarette, cigare...) y compris le tabagisme passif et sévré, est un facteur de risque (FDR) majeur de bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO). Sur le plan professionnel, les secteurs connus pour être pourvoyeurs de BPCO sont le secteur minier, le bâtiment et les travaux publics (BTP), la fonderie, la sidérurgie, la cokerie, l'industrie textile et le secteur agricole. Le tabagisme et l'exposition à divers agents professionnels ont un effet additif voire synergique sur le risque de développement d'une BPCO et sur la mortalité induite par celle-ci.

Le groupe de travail (GT) « *maladies professionnelles* », créé par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) en 2018, a pour mission de réaliser des expertises collectives en vue de la création ou de la modification des tableaux de MP. Concernant la BPCO, le GT a été sollicité une première fois en 2022 à l'issue de la parution d'un rapport de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) mettant en évidence un lien probable entre la BPCO et l'exposition aux

Les maladies professionnelles, de l'émergence à l'indemnisation... Et au-delà

Société française de santé au travail (SFST)

pesticides. Le GT a conclu que les arguments pourraient en effet justifier la création d'un tableau aux RG et RA mais, compte tenu de l'existence d'autres FDR de BPCO, de la poly-exposition et du caractère probable du lien, il recommande d'établir une discussion sur la création d'un tableau relatif à la BPCO dans le cadre de poly-expositions dans le milieu agricole. En octobre 2023, le GT a de nouveau été saisi pour étudier les FDR de BPCO autres que les pesticides. Il s'est penché en particulier sur les vapeurs, gaz, poussières et fumées (VGPF) regroupant des irritants respiratoires à l'image du tabac. En 2009, une revue danoise avait déjà souligné l'existence de preuves solides d'une association causale entre divers types d'expositions professionnelles physiques et chimiques et la BPCO, entraînant la reconnaissance en MP, au Danemark, de la BPCO en lien avec une exposition aux VGPF. L'ensemble des éléments examinés par le GT confirment l'existence d'une association causale avérée entre expositions professionnelles aux VGPF et la BPCO, du fait de la mise en évidence de relations dose-réponse et de données mécanistiques plausibles. Ce lien est observé de manière non exhaustive et non systématique dans divers secteurs (secteur du bois, mines, métallurgie...) et métiers (agriculteurs, éleveurs, producteurs laitiers, peintres, maçons...), avec des substances spécifiques (ciment, bois, particules granulaires bio-persistantes...). L'agriculture fait partie des secteurs où il existe un excès significatif de BPCO. Il s'agit d'un domaine complexe doté d'une grande hétérogénéité de pratiques et de professions. Les VGPF potentiellement à l'origine des BPCO dans le secteur agricole

sont les particules organiques et inorganiques, les endotoxines, l'ammoniac ou encore le sulfure d'hydrogène.

Par ailleurs, il est à noter que les critères de reconnaissance de la BPCO en MP varient d'un pays à l'autre. En Italie, la BPCO peut être reconnue en MP selon une liste limitative de travaux. En Finlande, elle est reconnue uniquement pour les non-fumeurs, en cas d'exposition à des particules organiques ou inorganiques. Aux Pays-Bas, elle est reconnue en cas d'expositions professionnelles aux particules, particules minérales et substances chimiques. Enfin, en Allemagne, est reconnue en MP la BPCO, incluant l'emphysème, issue d'une exposition professionnelle prolongée aux poussières de quartz.

ACTUALITÉS SUR LES CANCERS CUTANÉS PROFESSIONNELS

L. Bensefa-Colas (CHU, Paris) rappelle que les deux principaux cancers cutanés sont les carcinomes et les mélanomes. Les cancers cutanés non mélanocytaires (CCNM) représentent le 5^e cancer le plus fréquent et le 22^e cancer le plus mortel dans le monde en 2022. Les carcinomes sont les cancers cutanés les plus fréquents chez l'adulte avec une incidence de 180 cas pour 100 000 habitants en France. On distingue deux formes de carcinomes : les carcinomes basocellulaires (CBC), les plus fréquents, et les carcinomes épidermoïdes (CE), plus invasifs et plus mortels. Les FDR non professionnels des carcinomes sont l'âge supérieur à 50 ans, le phototype clair, l'exposition solaire,

la géno-dermatose, les mutations préexistantes et l'immunosuppression.

En France, selon les registres de cancers du Doubs et du Haut-Rhin, entre 1983 et 2013, l'incidence des CBC a doublé chez l'homme et la femme, celle des CE a quasiment doublé chez l'homme et triplé chez la femme. Cette majoration de l'incidence, notamment chez les sujets jeunes, est en lien avec un accroissement des expositions solaires récréatives (dues à une augmentation du temps de loisirs et des vacances, des sports en plein air...) et artificielles (effet mode du coup de soleil apparent). L'âge moyen de découverte est de 76 ans, en lien avec une augmentation de la durée de vie de la population et du nombre de patients immunodéprimés (transplantés). Pour autant, les données scientifiques sont limitées concernant les cancers cutanés et il est important de souligner la sous-déclaration en MP, notamment des CBC qui, traités localement par exérèse, ne font pas l'objet d'une déclaration systématique.

Le Centre international de recherche sur le cancer (Circ) a classé comme **cancérogènes certains pour les carcinomes cutanés** les facteurs professionnels suivants : les rayonnements ultraviolets (UV), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), l'arsenic et ses dérivés inorganiques, les rayonnements ionisants X et γ. Il est à noter qu'il existe des synergies entre ces agents mais aussi des cofacteurs, comme les cicatrices de brûlures qui peuvent favoriser le développement d'un cancer. Les UV représentent le FDR principal de survenue de carcinomes cutanés. L'exposition aux UV artificiels est observée chez les soudeurs à l'arc mais aussi dans le

cadre d'une photopolymérisation dans l'imprimerie ou la plasturgie... L'exposition aux UV naturels concernent les marins, les agriculteurs, les travailleurs du BTP, les moniteurs de ski... Les preuves de cancérogénicité des UV solaires sont suffisantes pour les CE et les CBC. Le risque de leur survenue est d'autant plus augmenté en cas de fortes expositions ou d'expositions chroniques et cumulatives. Ces données sont cohérentes avec la revue de l'Organisation mondiale de santé (OMS) de 2021 qui rapporte également une association significative entre exposition professionnelle aux UV solaires et la survenue de CCNM.

Le Circ a classé la créosote et le travail en raffinerie de pétrole comme **cancérogènes probables pour les carcinomes cutanés**.

Le Circ a classé l'exposition aux UV solaires comme **cancérogène certain pour les mélanomes**. L'exposition intense et intermittente, notamment dans l'enfance, est associée à un surrisque de mélanome cutané. En revanche, les études portant sur l'exposition professionnelle aux UV solaires montrent une relation inverse.

En 2019, l'OMS estime le nombre de travailleurs en extérieur exposés aux UV à 1,6 milliard, soit 28,4 % de la population mondiale en âge de travailler. Parmi cette population, le nombre de décès imputables aux CCNM est estimé à 18 960. La proportion de travailleurs exposés a diminué entre 2000 et 2019 dans toutes les régions du monde sauf en Europe où elle a augmenté, jusqu'à atteindre 18,5 % en 2019. Parmi les différents secteurs d'activités exposés, les ouvriers du bâtiment ont le taux d'exposition cumulée le plus important, d'environ 5 fois l'exposition cumulée d'un employé travaillant en intérieur.

La reconnaissance en MP du CE est effective en Suisse et en Allemagne. Seul le système allemand a défini des critères de reconnaissance : le diagnostic clinique ou histologique du CE et/ou au moins 5 kératoses actiniques, avec une exposition professionnelle compatible pendant une durée suffisante pour justifier le surrisque et en l'absence d'une exposition environnementale significative. En France, l'expertise du GT- MP de l'Anses est en cours pour étudier la création d'un tableau de carcinomes cutanés dans le cadre d'une exposition aux UV solaires.

LA QUESTION DE LA LATENCE DES PATHOLOGIES EN RELATION AVEC LE TRAVAIL

Le temps de latence correspond à la période entre l'exposition à la toute première cause de la maladie et sa détection, cette dernière dépendant du délai d'apparition des premiers signes cliniques et fonctionnels mais aussi des outils diagnostiques disponibles. Dans le cadre des MP, la latence détermine la relation temporelle entre une exposition professionnelle et une maladie, et restreint la notion de présomption d'origine.

Pour illustrer la notion de latence dans les TMS, **A. Descatha (CHU, Angers)** prend l'exemple du SCC et de la douleur de l'épaule. Au sein de la cohorte Constances regroupant plus de 215 000 personnes de différents âges et professions, il a été étudié le risque de survenue du SCC en fonction des expositions professionnelles récentes et passées. Un surrisque est observé

pour des tâches telles que l'activité physique intense, les gestes répétés, la manutention de charges, les tâches impliquant une flexion du poignet ou une pression de la base de la main. L'effet de ces activités sur la survenue de SCC est plus important chez les nouveaux travailleurs avec des expositions récentes que dans le reste de la cohorte. Dans les expositions professionnelles reconstituées, la censure des trois à cinq années précédant l'apparition de la maladie a mis en évidence un poids plus important des expositions récentes par rapport à celles anciennes. Néanmoins, il ne faut pas oublier que le diagnostic peut être retardé du fait d'une clinique progressive et du délai de réalisation de l'électroneuromyogramme (ENMG).

A. Descatha a ensuite présenté une étude publiée en 2012 qui a évalué la pertinence de la prise en compte des FDR professionnels de douleurs intenses de l'épaule, même après l'arrêt de l'exposition. Les participants ont été interrogés sur leur douleur de l'épaule en 1994-1995 puis en 2006. Initialement, 76,5 % ne présentaient pas de douleur tandis que 8,6 % se plaignaient de douleur modérée et 14,9 % de douleur intense. La présence de douleur intense initiale était associée à l'exposition à l'élévation du bras surtout en cas d'exposition prolongée de plus de 25 ans. En 2006, alors que la plupart des sujets étaient retraités, 17,3 % ont rapporté une douleur intense et celle-ci était toujours significativement liée à l'exposition passée à l'élévation du bras. Cela signifie que l'effet d'une forte sollicitation des épaules durant la vie professionnelle persiste même après l'arrêt de l'exposition et qu'une phase paucisymptomatique est possible. Il est donc important de considérer

Les maladies professionnelles, de l'émergence à l'indemnisation... Et au-delà

Société française de santé au travail (SFST)

l'ensemble des expositions professionnelles du salarié tout au long de sa carrière dans le cadre d'une déclaration en MP et ne pas se limiter à l'évaluation des dernières expositions.

S. Hulo (CHU, Lille) précise que selon le rapport 2026 du *global initiative for chronic obstructive lung disease* (GOLD), la BPCO est définie par la présence de signes cliniques respiratoires chroniques tels que la dyspnée progressive persistante et exacerbée à l'exercice, les sifflements récurrents, la toux, les infections respiratoires basses à répétition et l'existence de FDR tels que le tabac, les fumées de cuisson ou de combustion, une exposition aux VGPF et autres produits chimiques, la génétique, la prématurité, un poids de naissance bas, les infections dans l'enfance... Le diagnostic est confirmé par la mise en évidence d'un trouble ventilatoire obstructif (TVO) irréversible qui se caractérise par un rapport volume expiratoire maximal seconde (VEMS)/capacité vitale (CV) de moins de 0,7 à la spirométrie, persistant après la prise de bronchodilatateur. Dans le guide du parcours de soins de BPCO (2019), la Haute autorité de santé (HAS) indique que cette définition peut conduire à un sous-diagnostic chez les patients de moins de 50 ans et un surdiagnostic chez ceux plus âgés. L'alternative est de définir l'obstruction bronchique par un VEMS/CV inférieur à la limite inférieure de la normale (LIN). En effet, à l'échelle mondiale, le taux de BPCO sous diagnostiqué est estimé entre 60 et 89 %. En France, le taux de TVO sous diagnostiqué est estimé entre 64 et 76 %. Parmi les patients traités, 50 % ne répondraient pas aux critères diagnostiques actuels. Pourtant, des travaux ont montré que la prise

en charge précoce de la maladie pourrait améliorer son pronostic et permettrait de mieux agir sur les FDR modifiables. En 2025, une étude française a montré que le délai de diagnostic était évalué à 17 mois, du fait notamment de la méconnaissance et du déni des symptômes en phase de préconsultation, de la priorité donnée à d'autres pathologies et du délai d'accès aux spécialistes. Dans un peu plus d'un tiers des cas, la maladie était diagnostiquée au stade GOLD II. Quarante-quatre pour cent des patients étaient âgés de 40-59 ans, donc en âge de travailler, et 35 % avait plus de 60 ans. Le rapport GOLD 2026 identifie comme freins au diagnostic : des facteurs relatifs aux patients (non-connaissance et sous-estimation des symptômes, adaptation de l'activité physique à la dyspnée...), des facteurs liés au système de soins (accès aux soins variable, accès difficile à la spirométrie...) et des facteurs liés aux acteurs de soins (manque de connaissance des critères diagnostiques, formation inadaptée sur l'utilisation et l'interprétation des spirométries...).

Dans ce contexte, des travaux récents ont introduit la notion de « *trajectoire* » de la fonction ventilatoire, variable d'un sujet à l'autre et déterminée par différents événements et expositions tout au long de la vie. La fonction ventilatoire maximale est atteinte vers l'âge de 15-25 ans. La prématurité, le petit poids de naissance et les infections respiratoires dans l'enfance sont des éléments clés de la croissance pulmonaire et altèrent la capacité ventilatoire maximale. Néanmoins, il reste difficile de caractériser la trajectoire d'un individu bien que celle-ci conditionne la latence de survenue de la BPCO.

Cette difficulté repose, d'une part, sur le fait que le début de la maladie est très imprécis, la date du diagnostic ne correspondant en général pas à la date du début des symptômes, et d'autre part, sur le fait que le début du déclin ventilatoire reste difficilement identifiable. Des spirométries répétées débutées à un âge précoce (vers 25 ans) permettraient de prédire cette trajectoire, d'identifier ainsi les sujets à risque et de leur proposer une prise en charge plus adaptée et plus précoce. L'analyse quantitative de l'exposition professionnelle, à savoir sa durée et son intensité, permettrait de mieux caractériser la trajectoire. Toutefois, la description précise des activités reste difficile puisque les études épidémiologiques sont fondées le plus souvent sur des expositions rapportées rétrospectivement par les travailleurs et qu'il n'existe que peu de données longitudinales rigoureuses portant sur des expositions professionnelles spécifiques.

FAUT-IL DÉPISTER LES MP À SURVENUE RETARDÉE, ET QUAND ?

Les critères de l'OMS pour envisager un dépistage comprennent, entre autres, la sensibilité et la spécificité du test, le stade précoce de la maladie, l'amélioration du pronostic en cas de traitement à un stade précoce, le rapport bénéfices/risques et le rapport coût/efficacité. Les données actuelles ne montrent pas d'amélioration de l'espérance de vie en lien avec l'utilisation des tests de dépistage pour différents cancers, sauf peut-être celui du cancer colorectal par sigmoïdoscopie.

J.C. Pairon (CHU, Créteil) rappelle que le cancer bronchopulmonaire (CBP) est le 2^e cancer le plus fréquent chez l'homme et le 3^e chez la femme, en France. Son pronostic est sombre avec un taux de survie à 5 ans de 20 %. Les FDR sont le tabac, les expositions professionnelles, les antécédents familiaux, des expositions domestiques comme le radon. Le diagnostic est souvent tardif, alors que le stade de la maladie est un facteur pronostique majeur, soulignant ainsi l'importance d'un diagnostic précoce. Des recommandations de la SFST portant sur la surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à des agents cancérigènes pulmonaires ont été élaborées en 2015. Les travaux de la SFST étaient menés à la lumière d'un essai randomisé américain *national lung screening test (NLST)* qui avait montré l'efficacité du dépistage du CBP par scanner thoracique dans des populations considérées à haut risque (âgées de 55 à 74 ans, avec un tabagisme de 30 paquets-année ou plus ou un sevrage tabagique de moins de 15 ans) et dans des centres spécialisés. Le groupe de travail de la SFST a également constaté que plus les sujets sont à haut risque de CBP, plus la balance bénéfice-risque du dépistage penche en faveur du bénéfice. Ainsi, il a estimé les risques de CBP en fonction des FDR professionnels et du tabac, sous l'hypothèse d'un effet conjoint multiplicatif d'un agent cancérigène et du tabac. En somme, la SFST préconise de focaliser le dépistage sur les sujets à très haut risque par rapport aux non-fumeurs conformément aux recommandations de la commission de l'audition publique de la HAS (2010). **J.C. Pairon** a insisté sur le fait

que, selon les populations ciblées, l'impact du dépistage n'est pas le même. En effet, alors que l'étude *NLST* montrait une diminution de mortalité par CBP et une diminution de la mortalité globale, une autre étude, plus récente, incluant des sujets plus jeunes et avec un tabagisme inférieur à celui de *NLST*, a montré une diminution de mortalité par CBP mais pas de réduction de la mortalité globale. Les bénéfices d'un dépistage du CBP sont clairement établis : des diagnostics plus précoces et une réduction de la mortalité par CBP dans les populations cibles. Les inconvénients portent sur les faux positifs et les complications liées aux procédures invasives. Toutefois, à ce jour, il n'existe pas d'étude permettant de conclure sans ambiguïté sur les critères devant conduire à un dépistage du CBP chez les sujets ayant eu des expositions professionnelles aux cancérigènes. Dans ce contexte, plusieurs expérimentations sont en cours, notamment l'étude de faisabilité d'un dépistage organisé du CBP chez des sujets exposés professionnellement à des cancérigènes pulmonaires (Lucso). De plus, une étude ancillaire du programme Impulsion (implémentation du dépistage du cancer pulmonaire en population) de l'Institut national du cancer (InCa) va être lancée en 2026 afin d'évaluer la faisabilité de la prise en compte des facteurs professionnels dans le programme de dépistage du cancer du poumon. Dans l'attente des résultats, les recommandations de la SFST demeurent toujours applicables et il convient de rappeler que le plus important pour les médecins du travail et les services de prévention et de santé au travail est de repérer, quantifier et tracer les expositions en

vue d'un suivi post-exposition et d'un suivi post-professionnel, et de conseiller le sevrage tabagique des travailleurs.

J.F. Gehanno rappelle que les principaux facteurs de risque du cancer de la prostate sont la présence d'au moins un parent au premier degré atteint, le fait d'être un homme noir, la présence de mutations telles que BRCA2, MSH2 et HOXB13 et l'âge. L'incidence passe de 253 pour 100 000 personnes chez les hommes de 50-64 ans à 735 pour 100 000 chez les 64-75 ans. Chez les vétérans américains, les expositions à l'agent orange et aux HAP sont à l'origine d'un surrisque de cancer de la prostate. Le dépistage par dosage du *prostate specific antigen* (PSA) fait l'objet de nombreux débats. Aux États-Unis, par exemple, les experts recommandent un dépistage par PSA chez les hommes de 55 à 69 ans sur la base du volontariat et ne le recommandent pas chez les plus de 70 ans. Cependant, une revue rapporte que cette méthode de dépistage est à l'origine de surdiagnostic dans 20 à 50 % des cas et de complications nécessitant une hospitalisation dans 0,5 à 1,6 % des cas. Le diagnostic peut aussi mener à la prostatectomie radicale pouvant se compliquer d'incontinence et de dysfonction érectile. Ainsi, bien que le dépistage par dosage du PSA contribue à réduire la mortalité par cancer de la prostate, compte tenu des complications possibles des traitements, l'évaluation du rapport bénéfices-risques pour le patient est indispensable.

J.F. Gehanno précise que le ciblage de la population est une piste d'amélioration du dépistage. Il peut être basé sur l'utilisation de scores calculés à partir de critères cliniques ou polygéniques, par exemple. Néanmoins, il est à noter

Les maladies professionnelles, de l'émergence à l'indemnisation... Et au-delà

Société française de santé au travail (SFST)

que, malgré son meilleur rendement et la réduction du nombre de faux positifs, le ciblage des populations se fait au prix d'un risque accru de cancers « ratés » dans les populations non ciblées.

Le second axe d'amélioration du dépistage est l'optimisation des tests. Une étude récente a évalué la performance du dosage d'un panel de biomarqueurs sanguins dans la détection d'une cinquantaine de cancers différents. Les résultats étaient très prometteurs : spécificité de 99,6 % et valeur prédictive positive (VPP) de 61,6 %. Toutefois, cette étude comportait de nombreux biais et limites : le taux de détection était élevé pour des stades très avancés où l'amélioration du pronostic reste discutée ; la population étudiée était majoritairement âgée de plus de 60 ans et

l'inclusion des 50 à 60 ans faisait chuter la VPP à 33 % ; aucun suivi actif n'était prévu en cas de résultat négatif, ce qui limite l'évaluation réelle du dépistage ; et enfin, l'étude n'incluait pas le cancer de la prostate, pourtant très fréquent. Ainsi, **J.F. Gehanno** souligne l'importance de la détermination des expositions aux différents agents à effet différé en amont de toute activité de surveillance médicale afin de s'assurer de l'inclusion de tous les sujets à risque. Des recommandations de la SFST sont disponibles pour de multiples agents cancérigènes et organes cibles (amiante, poussières de bois, cancérigènes de la vessie, silice). De nouvelles stratégies de dépistage sont à définir pour les cancers dans lesquels des agents cancérigènes professionnels certains

sont identifiés (cancer du rein, hémopathies, cancer de la sphère oto-rhino-laryngée hors ethmoïde et sinus). Cette démarche est complexe, nécessitant le recours à une méthodologie conforme aux recommandations de la HAS et impliquant une collaboration avec les spécialités d'organes concernés. Elle nécessite également la définition des populations éligibles, du type d'examen et de la périodicité du dépistage. Pour un même cancer, ces modalités peuvent varier selon les pays, reflétant parfois davantage des choix d'experts que des données scientifiques indiscutables. Enfin, il est nécessaire de tenir compte de l'anxiété générée et de ses conséquences.

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 / Psycho-pathologie / 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...

De 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-pompiers¹ 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^{er} décembre 2024 au 1^{er} 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 Covidence². 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

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 CRD42024557030³.

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
Slaterry 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, SHEPHARD 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, KERÉKES 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 | CASJENS 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, GHAFARI 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.

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

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, ZOUGHAIB 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_{2,5} (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 cancérogènes. 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 feux 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.

OUTILS REPÈRES

P. 121 VOS QUESTIONS/NOS RÉPONSES

Vos questions / nos réponses

Poussière de sel (NaCl): quels risques pour la santé des travailleurs et comment les prévenir?

La réponse des Drs Laureline Coates et Stéphane Malard du département Études et assistance médicales et de Sylvain Keav du département Expertise et conseil technique de l'INRS.



Dans une entreprise qui utilise du sel (NaCl) à des fins industrielles, le médecin du travail constate une accumulation de poussière dans les locaux et s'interroge sur sa toxicité.

Le chlorure de sodium (NaCl) est un composé ionique naturellement présent dans le corps humain. Il joue un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre hydrique entre l'intérieur et l'extérieur des cellules. En population générale, l'exposition principale se fait *via* l'alimentation. Une fois ingéré, le NaCl est absorbé et distribué largement dans les tissus, préférentiellement dans le compartiment liquidien extracellulaire. Il est éliminé essentiellement par voie rénale. La fonction rénale conditionne donc directement la capacité d'adaptation du sujet face à un apport sodique. Quelle que soit la voie d'exposition (respiratoire, digestive, intraveineuse), deux scénarios d'exposition peuvent conduire à des effets différents. L'exposition massive sur une période de temps courte conduit à des hypernatrémies sévères avec des complications neurologiques potentiellement mortelles [1]. L'exposition chronique excessive peut quant à elle constituer un facteur de risque cardiovasculaire [2, 3]. Ainsi, les politiques actuelles de santé publique visent à limiter les apports alimentaires en sel. Par exemple, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) préconise une consommation de sel de moins de 5 g par jour chez l'adulte [4].

Le chlorure de sodium (CAS n° 7647-14-5) se présente sous la forme de cristaux incolores, solubles dans l'eau. Il ne dispose pas d'une classification officielle au niveau du règlement européen dit CLP¹ (<https://chem.echa.europa.eu/>). Toutefois, une minorité de déclara-

rants a proposé des classifications comportant une ou plusieurs des mentions de danger suivantes :

- H319 : provoque une sévère irritation des yeux ;
- H315 : provoque une irritation cutanée ;
- H373 : risque présumé d'effets graves pour l'estomac à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée.

La toxicité de la poussière de NaCl (hors ingestion) est peu documentée. Les données toxicologiques, principalement issues d'études menées chez l'animal, font état d'irritation au niveau de la peau et des muqueuses (notamment digestive).

Par inhalation, les particules en suspension dans l'air vont pénétrer dans l'arbre respiratoire plus ou moins profondément en fonction de différents paramètres, notamment de leur taille. Au contact de la muqueuse respiratoire, les particules de NaCl vont *a priori* se dissoudre et subir une absorption systémique plus ou moins rapide et importante en fonction du site de dépôt [5]. L'absorption par la voie respiratoire n'est toutefois pas documentée. Une perturbation réversible du fonctionnement de l'épithélium cilié (solution salée hypertonique) a été décrite expérimentalement [6].

En milieu professionnel, l'inhalation constitue généralement la principale voie d'exposition. Toutefois, l'exposition par voie digestive (en portant à la bouche des mains, aliments, objets... préalablement contaminés) peut également être importante, *a fortiori* dans un environnement empoussiéré. La contribution de l'exposition professionnelle (toutes voies d'exposition confondues) dans l'apport sodique journalier et les éventuelles conséquences sur la santé qui seraient liées à cet apport sodique supplémentaire ont fait l'objet de peu d'études.

1. Règlement relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges (classification, labelling and packaging)

Seuls quelques auteurs se sont intéressés aux effets sur la santé (pression artérielle, fréquence cardiaque, fonction respiratoire, natrémie) d'une exposition professionnelle à des poussières de NaCl [7 à 9]. Toutefois, les résultats de ces études sont difficiles à interpréter compte tenu notamment des nombreux facteurs de confusion influençant ces paramètres.

Dans l'une de ces études menée en Inde auprès d'une cohorte d'ouvriers de mines de sel, la pression artérielle systolique était significativement plus élevée et l'hypertension artérielle (> 139 mm Hg / > 90 mm Hg) était significativement plus fréquente chez les ouvriers affectés à des postes de travail exposant à des poussières de NaCl (postes de concassage, broyage, conditionnement du sel) (n = 474) que chez les ouvriers travaillant dans les bassins salants et manipulant du NaCl sous forme de saumure ou de cristaux de sel brut (n = 284) [7]. De façon intéressante, les auteurs ont proposé une estimation de la dose inhalée par les ouvriers de mines de sel exposés aux poussières de NaCl. À partir d'une concentration atmosphérique mesurée à 376 mg/m³ dans les conditions de l'étude (96 % en masse des particules de l'échantillon étaient alors de taille supérieure à 10 µm) et en prenant l'hypothèse d'un volume courant moyen de 800 à 1 000 mL/respiration et d'une fréquence respiratoire de 18 à 25 cycles/min, la dose estimée se situait entre 2,6 et 4,5 g sur 8 heures de travail. Plusieurs remarques peuvent être formulées :

- la dose absorbée devrait théoriquement être affinée en intégrant la courbe de déposition des particules en fonction de leur granulométrie si celle-ci était connue ;
- la concentration atmosphérique mesurée dans les conditions de cette étude est près de 100 fois supérieure à la concentration moyenne de 4 mg/m³ en poussières totales (inhalables) à ne pas dépasser en France sur 8 heures dans les locaux à pollution spécifique [10]. Si cette concentration réglementaire était respectée, la contribution de l'inhalation deviendrait marginale dans l'apport journalier sodique par rapport à l'alimentation. À titre de rappel, il existe, en France, une autre concentration moyenne à ne pas dépasser dans les locaux à pollution spécifique et également applicable aux poussières de NaCl : elle concerne la fraction alvéolaire et est fixée à 0,9 mg/m³ sur 8 heures ;

- l'apport sodique qui serait lié à une exposition digestive (contamination de l'environnement et défaut d'hygiène) n'est pas évalué dans cette étude.

Au total, si les effets d'une exposition professionnelle à des poussières de NaCl sont peu documentés, les principaux effets attendus sont *a priori* de type irritatifs. Toutefois, une contamination digestive en portant à la bouche des mains contaminées à partir de surfaces empoussiérées est à considérer. Seule l'étude des conditions de travail permettra d'identifier les différents scénarios d'exposition et de préciser le risque toxicologique éventuel.

En pratique, les mesures de prévention collective voire individuelle, d'ordre organisationnel ou technique, doivent permettre de diminuer l'exposition des travailleurs au niveau le plus bas possible et réduire ainsi le risque associé. Pour cela, il faut tenir compte de l'ensemble des expositions et des conditions de travail pour proposer les mesures les plus appropriées. Il s'agit notamment de privilégier les procédés de travail les moins émissifs, de maintenir des locaux propres (en évitant la remise en suspension des poussières déposées sur les surfaces par l'usage de la soufflette ou par les courants d'air...) et de s'assurer du respect des mesures d'hygiène (ne pas boire, manger, fumer, vapoter sur les lieux de travail...). Pour rappel, les concentrations réglementaires en poussières dans les locaux à pollution spécifique (évoquées plus haut) doivent être considérées comme des objectifs minimaux de prévention. Par ailleurs, indépendamment de leurs effets sur la santé, les poussières de NaCl peuvent, en présence d'humidité, accélérer la corrosion de nombreux métaux (acier carbone, aluminium, cuivre...) et ainsi fragiliser certaines structures ou équipements et être à l'origine de dysfonctionnements électriques. La prévention des risques associés repose, notamment, sur le choix de matériaux résistants à la corrosion, l'utilisation de procédés aussi peu émissifs que possible, complétée si nécessaire par des dispositifs d'encoffrement ou de captage à la source, ainsi que sur un contrôle et une maintenance réguliers des installations et équipements. Il convient d'impliquer le service de prévention de santé au travail dans cette démarche de prévention.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | METHENY NA, KRIEGER MM - Salt Toxicity: A Systematic Review and Case Reports. *J Emerg Nurs*. 2020; 46 (4): 428-39.
- 2 | Sodium chlorite. In: Gestis Substance Database. Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) (<https://gestis-database.dguv.de/data?name=001630>).
- 3 | Tout savoir sur la consommation du sel (ou chlorure de sodium). Alimentation et nutrition humaine. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), 2022 (<https://www.anses.fr/fr/content/tout-savoir-sur-la-consommation-du-sel-ou-chlorure-de-sodium>).
- 4 | 5 recommandations pour réduire la consommation de sel et ainsi vivre plus longtemps et en meilleure santé. Communiqué de presse. Organisation mondiale de la Santé (OMS), 2022 (<https://www.who.int/europe/fr/news/item/14-03-2022-5-recommendations-to-reduce-salt-intake-to-live-longer-and-healthier-lives>).
- 5 | COATES L - Toxicité des poudres et des poussières. In: Leclerc JP (Ed) - Poudres et poussières dans les procédés industriels: des enjeux pour la prévention. Dossier DO 41. *Hyg Secur Trav*. 2023; 272: 24-28, 17-58.
- 6 | GORALSKI JL, WU D, THELIN WR, BOUCHER RC ET AL. - The *in vitro* effect of nebulised hypertonic saline on human bronchial epithelium. *Eur Respir J*. 2018; 51 (5): 1702652.
- 7 | HALDIYA KR, MATHUR ML, SACHDEV R, SAIYED HN - Risk of high blood pressure in salt workers working near salt milling plants: a cross-sectional and interventional study. *Environ Health*. 2005; 4: 13.
- 8 | CHERIAN J, SINGH Z, BAZROY J, PURTY AJ ET AL. - Study of morbidity pattern among salt workers in Marakkanam, Tamil Nadu, India. *J Clin Diagn Res*. 2015; 9 (4): LC01-3.
- 9 | GLAD MOHESH MI, SUNDARAMURTHY A - Lung health and heart rate variability changes in salt workers. *Indian J Tuberc*. 2016; 63 (2): 115-18.
- 10 | Poussières totales (locaux à pollution spécifique). In: Base de données Valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP). Substances chimiques. INRS, 2021 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/vlep.html>).



À VOTRE SERVICE

P. 125 AGENDA

P. 127 FORMATIONS

Agenda 2026-2027

23-25 SEPTEMBRE 2026

NANTES (France)

59^e Congrès de la Société d'ergonomie de langue française (SELF)

Thème:

→ Futur des activités humaines, réalité des situations de travail, réalité des transformations : Quelle(s) Ergonomie(s) ?

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

<https://ergonomie-self.org/>

8-9 OCTOBRE 2026

LA BAULE (France)

Journées de la Société de médecine et de santé au travail de l'Ouest (SMSTO)

Thème:

→ Évolutions de la santé au travail

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

https://www.smsto.fr/medecine.php?sante_travail=manifestation&id=1295

9 OCTOBRE 2026

En ligne

46^e journée de la Société française de santé au travail (SFST)

Thème:

→ La santé au travail face aux évolutions technologiques ?
→ De la transition écologique à l'IA

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

<https://sfst-reunion.fr/journee-scientifique-du-9-octobre-2026/>

13 OCTOBRE 2026

En ligne

Journée technique de l'INRS

Thème:

→ Postures sédentaires au travail, tous concernés !
voir page 88

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

<https://www.inrs.fr/footer/agenda/journee-technique-postures-sedentaires.html>

15-16 OCTOBRE 2026

BREST (France)

XXXIX^e Congrès de la Société d'hygiène et de médecine du travail dans les armées et industries d'armement (SHMTAIA)

Thèmes:

→ Santé au travail en milieu maritime de défense : un environnement hautement industriel !
→ Blessé au combat : panser l'après ! Le maintien dans l'emploi

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

<https://www.shmtaia.fr/>

21-23 OCTOBRE 2026

BESANÇON (France)

47^e cours d'actualisation en Dermato-Allergologie du Groupe d'étude et de recherche en dermato-allergologie (GERDA)

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

<https://www.gerda-congres.com/>

16 NOVEMBRE 2026

PARIS (France)

Journée de l'Association pour le développement des études et recherches épidémiologiques en santé travail (Aderest)**Thème:**

→ Recommandations de bonnes pratiques en épidémiologie

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS<https://www.aderest.org/index#>**17-18 NOVEMBRE 2026**

DIJON (France)

15^{es} Rencontres des personnes compétentes en radioprotection (PCR)**Thèmes:**

→ Réglementation: mise en pratique, application

→ Prévention du risque radon

→ Surveillance radiologique et surveillance dosimétrique individuelle des travailleurs

→ Vérifications réglementaires (CSP / CT)

→ Retour d'expérience (bonnes pratiques, difficultés de mise en pratique de la réglementation, incidents, organisation etc.).

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS<https://sfrp.asso.fr/blog/les-manifestations/35542/>**19 NOVEMBRE 2026**

CRÉTEIL (France)

11^e Journée de l'Institut Santé-Travail Paris-Est (IST-PE)**Thème:**

→ Surcharge pondérale, sédentarité et activité professionnelle

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS**Inscription:**<https://forms.gle/ZtgKWN2bLgiFx76a8>**Renseignements:**florence.baudry@chicreteil.fr**24 NOVEMBRE 2026**

PARIS (France) et en ligne

Journée technique de l'INRS**Thème:**

→ Vingt ans de prévention des risques psychosociaux: quelles avancées sur le terrain?

voir page 76

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS<https://www.inrs.fr/footer/agenda/journee-technique-RPS.html>**14-19 FÉVRIER 2027**

MUMBAI (Inde)

35^e Congrès international en Santé au travail – ICOH**Thème:**

→ Santé, sécurité et environnement au travail- Croissance et durabilité en période de changement

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS<https://www.icoh2027.in/>**25-26 MARS 2027**

MONTROUGE (France)

Journées d'aide médicale urgente en milieu du travail et collectivités (JAMU)**Thème:**

→ Programme à venir

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS<https://jamu.fr/>**15-16 AVRIL 2027**

HELSINKI (Finlande) et en ligne

4^e Conférence sur la prolongation de la vie professionnelle**Thème:**

→ Vers une vie professionnelle durable en période de changements démographiques

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS<https://www.ttl.fi/en/topical/events/4th-conference-on-prolonging-working-life-15-16-april-2027-helsinki>

Formations

en santé et sécurité au travail

Stage de l'INRS : Participer à l'évaluation et à la prévention des risques liés aux champs électromagnétiques

PUBLIC

→ Médecins du travail.

Ce stage s'inscrit dans un parcours de développement professionnel continu (DPC) pour les médecins du travail.

PRÉREQUIS

→ Le stagiaire doit disposer d'un ordinateur équipé d'une webcam/micro, d'un accès à Internet pour suivre la partie de la formation à distance.

OBJECTIF DE FORMATION

→ Accompagner et conseiller les entreprises dans une démarche de prévention des risques liés aux champs électromagnétiques.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Décrire les modalités de mise en place d'une démarche de prévention des risques liés aux champs électromagnétiques.
- Contribuer à la démarche de prévention des risques liés aux champs électromagnétiques en entreprise : prise en charge individuelle des salariés, démarche d'évaluation, préconisations de mesures de prévention à l'entreprise et prévention de la désinsertion professionnelle.

CONTENU

- Généralités sur les champs électromagnétiques.
- Effets avérés sur la santé des différents types de champs électromagnétiques.
- Sources d'exposition aux champs électromagnétiques en milieu professionnel.
- Contexte réglementaire.
- Démarche de prévention du risque en entreprise.
- Cas particulier des femmes enceintes et des salariés porteurs de dispositifs médicaux implantés.

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Le stage se déroule en deux séquences distinctes : une partie à distance (estimée à 2 jours) et une autre en face-à-face (1 jour). La séquence à distance comporte une demi-journée de formation en visioconférence.

→ La première séquence (1,5 jour réparti sur 7 semaines) s'effectue à distance. Les contenus de la formation sont accessibles en ligne sur la plateforme de formation de l'INRS. Le stagiaire reçoit des identifiants lui permettant de se connecter à son espace personnel. Le tutorat de la formation est assuré par des intervenants de l'INRS. Des travaux pratiques à rédiger et à renvoyer constituent le support d'évaluation de cette séquence à distance.

Le parcours à distance est composé de quatre rendez-vous à distance. Le premier, proposé au cours de la première semaine de la formation, a pour objectif de lancer la formation et d'échanger entre membres du groupe. Le second permet de présenter la réalisation des travaux personnels, de faire des apports complémentaires au besoin et de proposer un espace de questions-réponses. Le troisième rendez-vous synchrone à distance (visioconférence) permet de compléter les apports théoriques de la formation. La participation à ces réunions est obligatoire.

→ La seconde séquence (un jour en présentiel) est consacrée aux échanges de pratiques professionnelles *via* des études de cas cliniques d'exposition en milieu professionnel. Le stage s'appuie sur des exposés et des moments d'échanges de pratiques professionnelles, apports de connaissances, travaux en sous-groupes, quiz.

MODALITÉS D'ÉVALUATION

- Les acquis sont évalués en cours de formation par des exercices et/ou des travaux pratiques.
- À l'issue de la formation, une attestation d'assiduité est remise à chaque participant.

LIEU, DATES ET DURÉE DE LA FORMATION

→ Durée 21 heures, session en distanciel du 14/09/2026 au 09/10/2026 et session en présentiel le 20/10/2026.

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

Responsable pédagogique : Amine Fatmi
Programme complet et inscriptions sur : www.inrs.fr
✉ taper **B@0532**
Par courrier : INRS, département Formation,
65, boulevard Richard Lenoir, 75011 Paris
ou secretariat.forp@inrs.fr

Stage de l'INRS : Professionnels de santé : suivi des travailleurs exposés au radon

PUBLIC

→ Professionnels de santé assurant et participant au suivi de travailleurs exposés aux risques liés au radon.

Ce stage s'inscrit dans le cadre de l'arrêté du 6 août 2024 relatif à la formation des médecins du travail et des autres professionnels de santé au travail assurant le suivi individuel renforcé (SIR) d'un travailleur exposé aux rayonnements ionisants et aux conditions de délivrance de l'agrément complémentaire des services de prévention et de santé au travail. Il répond aux exigences de la formation spécifique module « exposé au radon ».

PRÉREQUIS

→ Aucun.

OBJECTIF DE FORMATION

→ Assurer le suivi de travailleurs exposés aux risques liés au radon.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Appréhender les caractéristiques et l'origine du radon.
- Décrire les effets sur la santé de l'exposition au radon.
- Identifier la réglementation applicable.
- Participer à l'évaluation du risque pour les travailleurs à risque d'exposition.
- Assurer le suivi en santé au travail et la surveillance dosimétrique individuelle.

CONTENU

Tel que décrit par l'arrêté du 6 août 2024 le stage traitera des points suivants :

- Contexte du risque radon.
- Risque radon.
- Code du travail : prévention du risque radon.

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

→ Exposés, travaux pratiques, études de cas et échanges avec les participants.

MODALITÉS D'ÉVALUATION

La formation est suivie d'une évaluation formative.

Épreuve écrite :

→ QCM pour les connaissances techniques et réglementaires ;

→ Mise en pratique avec au moins une question nécessitant une production écrite.

Épreuve orale :

→ Cas pratique de mise en place du SIR d'un travailleur exposé au radon et au moins une question ouverte.

Une évaluation de la formation à chaud est réalisée.

À l'issue de la formation, une attestation de formation telle que décrite par l'arrêté est délivrée à chaque participant.

LIEU, DATES ET DURÉE DE LA FORMATION

Durée : 1 jour, session en présentiel à Paris le 08/10/2026.

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

Responsable pédagogique : Diane Magot
Programme complet et inscriptions sur : www.inrs.fr

☞ taper **B11501**

Par courrier : INRS, département Formation,
Rue Morvan CS 60027, 54519 Vandœuvre-lès-Nancy
ou secretariat.forl@inrs.fr