

HYGIÈNE & SÉCURITÉ DU TRAVAIL

La revue technique de l'INRS
avril • mai • juin 2025

N° 279

/ Décryptage /

Distribution
granulométrique
des aérosols au poste
de travail : apports
pour la prévention ?

/ Note technique /

Résultats de mesures
d'endotoxines :
impacts sur les valeurs
guides

/ Étude de cas /

Aspirateurs de chantier :
évolution
des performances
lors de l'utilisation

/ Veille & prospective /

Anticiper
les transformations
du travail pour prévenir
les risques



Dossier

**Accidents du travail :
mieux les comprendre
pour les prévenir**

L'INRS

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles est une association loi 1901, créée sous l'égide de la Caisse nationale de l'assurance maladie (Cnam). L'Institut est géré par un conseil d'administration paritaire composé, à parts égales, d'un collège représentant les employeurs et d'un collège représentant les salariés, présidé alternativement par un représentant d'un de ces collèges. Financé en quasi-totalité par l'Assurance maladie – Risques professionnels, à qui il apporte son concours, l'INRS inscrit son action dans le cadre des orientations de la branche Accidents du travail – maladies professionnelles (AT-MP). Ses domaines de compétences couvrent les risques physiques (bruit, vibrations, champs électromagnétiques, machines...), chimiques, liés aux substances comme aux procédés (solvants, poussières...), biologiques (infectieux, immunoallergiques...), électriques, incendie / explosion, psychosociaux et organisationnels... Sa mission est de contribuer à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, et plus précisément :

- d'identifier les risques professionnels ;
- d'analyser leurs conséquences sur la santé de l'homme au travail ;
- de concevoir, de diffuser et de promouvoir des solutions de prévention

auprès de tous les acteurs de la prévention : spécialistes des risques professionnels en entreprise ([Q]HSE, IPRP, cadres et fonctionnels en charge de la sécurité et de la santé au travail, animateurs de sécurité, personnes compétentes...), experts – conseil, dirigeants d'entreprise ou d'établissement et (D)RH, élus aux CSE/CSSCT/CHSCT/RP et représentants syndicaux, salariés, agents du réseau Assurance maladie – Risques professionnels (AM-RP), services de prévention et de santé au travail (interentreprises ou autonomes)...

Les activités de l'INRS s'organisent selon quatre axes (en plus des métiers supports) : études et recherche, assistance, formation et information / communication.

> Notre métier, rendre le vôtre plus sûr



**Retrouvez-nous
sur le Web :**

**Ou abonnez-vous
en ligne sur :**

hst.fr



HYGIÈNE & SÉCURITÉ DU TRAVAIL
E-mail rédaction : revue.hst@inrs.fr
Site Web : www.hst.fr

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Stéphane Pimbert

Directeur général de l'INRS

ÉQUIPE DE RÉDACTION

Antoine Bondéelle

Rédacteur en chef, INRS

Patricia Bernard

Rédactrice en chef adjointe, INRS

Aline Marcelin (INRS),

Taina Grastilleur, Maud Foutieau

Corrections, secrétariat de rédaction

Amélie Lemaire (INRS),

Nathalie Florczak

Maquettes et infographies

Nadia Bouda

Iconographe, INRS

Sandrine Voulyzé

Chargée de fabrication, INRS

Nadège Marmignon

Assistante, INRS

COMITÉ ÉDITORIAL

Agnès Aublet-Cuvelier

Direction des Études et recherches,
INRS

Patricia Bernard, Antoine Bondéelle

Équipe de rédaction, INRS

Patrick Laine

Chef du département Expertise
et conseil technique, INRS

Jean-Pierre Leclerc

Chef du département Ingénierie
des procédés, INRS

Fahima Lekhchine

Chef du département Information
et communication, INRS

Lionel Limousy

Chef du département Ingénierie
des équipements de travail, INRS

Jérôme Triolet

Direction des Applications, INRS

Delphine Vaudoux

Responsable du pôle

Publications périodiques, INRS

ONT PARTICIPÉ À CE NUMÉRO :

Lise Alonso, Sébastien Bau,
Emmanuel Belut, Denis Bémer,
Marc Benoit, Cathy Bernatets,
Myriam Bouslama,
Sandrine Chazelet,
Jonathan Chéron, Jennifer Clerté,
Laureline Coates, Frédéric Cosnier,
Bruno Courtois, Christine David,
Julie Dréano, Philippe Duquenne,
Éric Durand-Billaud, Andrea Emili,
Brigitte Facon, Laurent Gaté,
Naïma Gaudel,
Stephanie Griemsmann,
Emmanuelle Guillaume,
Audrey Humbert, Pauline Loison,
Stéphane Malard, Marc Malenfer,
Gautier Mater, Virginie Matera,
Carole Morneau, Sébastien Nicolas,
Fred Péault, Guy Peissel-Cottenaz,
Aurélien Périsset, Stéphane Pimbert,
Benoît Pouyatos, Valérie Rénevot,
Audrey Santandrea, Barbara Savary,
Christoph Schiefer, Xavier Simon,
Claire Tissot, Sophie Tomaz,
Christian Trontin,
Anne-Sophie Valladeau,
Thomas Venet, Eric Veretout,
les relecteurs internes de la revue,
les pôles Information juridique
et Traductions de l'INRS,
ainsi que les photographes cités.

Photo de couverture :
© Rick Hyne/Unsplash

L'édito de...

STÉPHANE PIMBERT, directeur général de l'INRS

© Hervé Boutet pour l'INRS/2025



Manutentions manuelles, chutes, utilisation d'outils
ou d'équipements, trajets pour ou vers le travail...

Les causes d'accidents du travail (AT), bien que multiples,
varient peu depuis plusieurs années, tout comme leur
nombre qui reste stable, soit plus de 600 000 AT par an,
et dont 759 ont été mortels en 2023.

La stabilité de ces données de sinistralité impose que le regard
sur l'accidentologie évolue, que les phénomènes pouvant
conduire à un AT soient mieux appréhendés au sein des
entreprises pour mieux les prévenir, et que les facteurs de
risques ne soient pas perçus comme des fatalités inhérentes
à certaines activités ou à certains métiers.

Dans un monde du travail soumis à de constantes évolutions
technologiques et organisationnelles, il est nécessaire,
voire indispensable, d'agir sur les déterminants des AT,

mais également sur les effets d'expositions multiples (physiques, chimiques,
psychosociales) pouvant potentialiser le risque d'accident, comme une étude
de l'INRS l'a récemment montré¹.

Les politiques de prévention des risques, qui reposent sur les neuf principes généraux
de prévention et en particulier sur le fait de ne pas exposer les travailleurs
à des dangers ou des facteurs de risques, peuvent aussi s'appuyer sur des outils
et des aides méthodologiques pour analyser les AT, afin d'en tirer des enseignements
et qu'ils ne se reproduisent pas. L'INRS déploie différentes ressources pour accompagner
les employeurs dans ces démarches; de nouvelles brochures et un webinaire dédié ont,
par exemple, enrichi en 2024 l'offre d'information mise à disposition pour expliquer
comment et pourquoi analyser les accidents du travail.

Ce sujet est largement illustré par deux articles du dossier « Accidents du travail :
mieux les comprendre pour les prévenir », publié dans ce numéro de la revue.

« La stabilité de ces données de sinistralité impose que le regard sur l'accidentologie évolue. »

Il est également essentiel
que les politiques de
prévention intègrent la
formation des salariés tout
au long de leur parcours
professionnel, ainsi que dans
l'enseignement initial.

Une étude épidémiologique
de l'INRS avait révélé dès
2018 que les moins de 25 ans
formés aux sujets de santé

et de sécurité au travail pendant leur scolarité étaient deux fois moins victimes d'AT
que les autres jeunes salariés².

La période d'intégration d'apprentis, d'intérimaires, de stagiaires ou de salariés est
également un moment clé en matière de prévention des AT; certaines formes d'emploi
peuvent par ailleurs y être particulièrement sensibles. Des données de sinistralité
de la Cnam font par exemple apparaître une surreprésentation des intérimaires
parmi les accidentés du travail, avec un taux de gravité s'élevant à 2,4, contre 1,4
pour l'ensemble des salariés. Les spécificités de ce mode d'emploi peuvent complexifier
la mise en place d'une démarche de prévention efficiente. Une thématique transversale
est pour cela consacrée à l'intérim dans le plan stratégique de l'INRS.

Comme cela est également documenté dans le dossier, des actions doivent être
conduites pour mieux comprendre et prévenir les malaises mortels, qui représentent
plus de la moitié des décès survenant sur le lieu de travail. Etayé par des cas pratiques
et des développements variés, tels ceux concernant l'analyse des suicides ou des
violences internes par des délégations d'enquêtes paritaires, ou une approche
du risque routier pouvant être transposée dans tous types d'entreprises,
ce dossier rappelle à tous les acteurs du monde du travail l'enjeu majeur que
représentent les accidents du travail et propose de nombreux outils pour les prévenir.

1. Voir l'article précédemment paru dans *Références en santé au travail* :
<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TP%2057>

2. Voir le communiqué de presse de l'INRS :
<https://www.inrs.fr/header/presse/cp-accidentologie-jeunes.html>

SOMMAIRE



Savoirs & actualités

Décryptage

La distribution granulométrique des aérosols au poste de travail : quels apports pour la santé et la sécurité au travail ?
P. 05

Actualité juridique

Responsabilité de l'employeur suite à la chute mortelle d'un salarié ne portant pas son harnais de sécurité
P. 12

Agissements sexistes : la tolérance antérieure de l'employeur ne fait pas obstacle à un licenciement pour faute
P. 15

Focus normalisation

Contraintes musculosquelettiques lors du transport de patients à l'aide d'un brancard d'ambulance
P. 16

Dossier

Accidents du travail : mieux les comprendre pour les prévenir

- Les accidents du travail (AT) : un enjeu national
P. 20

- La prévention au quotidien : exemple en entreprise
P. 25

Accidents du travail : mieux les comprendre pour les prévenir
Lire le dossier p. 18.

- La base de données Epicea
P. 27

- Les pratiques des préventeurs d'entreprise en matière d'analyse des AT
P. 31

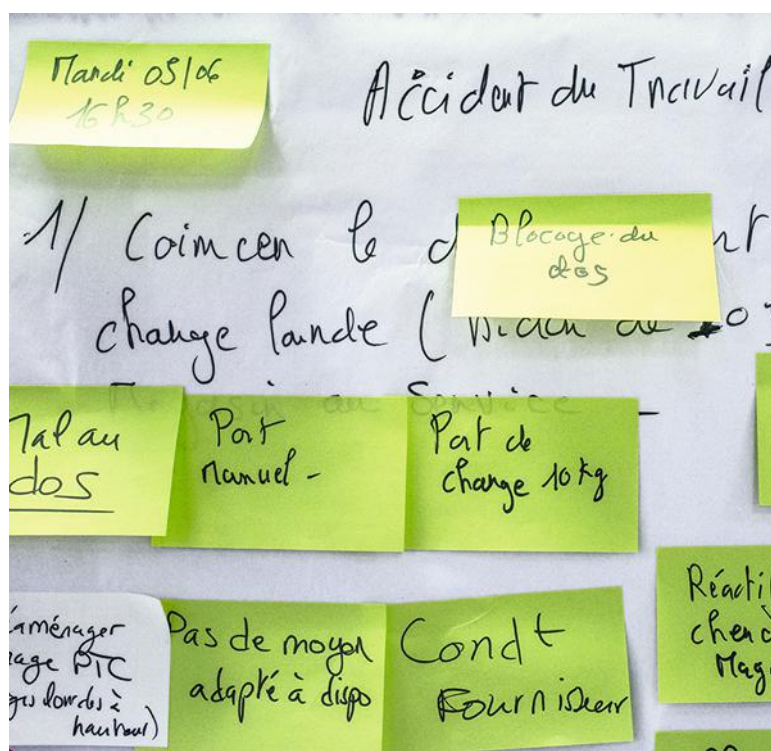
- Focus sur... : Quelle utilisation de l'analyse des AT ? Exemple dans le secteur de la restauration collective
P. 36

- Les malaises mortels au travail : quels liens avec le travail ? Comment les prévenir ?
P. 38

- L'analyse des malaises et des actes suicidaires par une délégation d'enquête paritaire
P. 45

- L'analyse des accidents du travail en lien avec des violences internes
P. 49

- Les accidents liés au travail sur la route : quelle prévention possible ?
P. 55





Études & solutions

Notes techniques

- Résultats de mesures d'endotoxines : exploitation et impact sur les valeurs guides existantes
P. 63

- La distribution granulométrique des aérosols au poste de travail : quels moyens, quelles méthodes de mesure ?
P. 70

Étude de cas

- Aspirateurs de chantier : évolution des performances en cours d'utilisation
P. 78

Base de données Colchic

- Exposition professionnelle à des agents chimiques ou biologiques dans l'industrie de la viande (2015-2024)
P. 86

A ce jour, la base de données Colchic compte plus d'un million de résultats pour 745 agents chimiques et biologiques, et représente un outil d'aide pour l'identification des axes prioritaires de prévention du risque chimique.



© Gaël Kerbaol / INRS / 2018

Expositions professionnelles dans l'industrie de la viande. Lire l'article p. 86.



Agenda & services

Congrès

Agenda/Événements
P. 97

Formation

Agenda/Formations
P. 98

Sélection bibliographique

À lire, à voir
P. 100



Veille & prospective

Prospective

Anticiper les transformations du travail pour prévenir les risques professionnels
P. 103



Savoirs & actualités

Décryptage

La distribution granulométrique
des aérosols au poste de travail : quels apports
pour la santé et la sécurité au travail ?

P. 05

Actualité juridique

Responsabilité de l'employeur
suite à la chute mortelle d'un salarié
ne portant pas son harnais de sécurité

P. 12

Agissements sexistes :
la tolérance antérieure
de l'employeur
ne fait pas obstacle
à un licenciement pour faute

P. 14

Focus normalisation

Contraintes musculosquelettiques
lors du transport de patients
à l'aide d'un brancard d'ambulance

P. 16

Dossier

Accidents du travail :
mieux les comprendre
pour les prévenir

P. 18

SÉBASTIEN
BAU,
LISE ALONSO,
NAÏMA
GAUDEL,
AUDREY
HUMBERT,
VIRGINIE
MATERA,
BARBARA
SAVARY,
XAVIER
SIMON,
SOPHIE
TOMAZ
INRS,
département
Métrologie
des polluants

EMMANUEL
BELUT,
DENIS
BÉMER,
SANDRINE
CHAZELET
INRS,
département
Ingénierie
des procédés

LAURELINE
COATES,
STÉPHANE
MALARD
INRS,
département
Études
et assistance
médicales

BRUNO
COURTOIS
INRS,
département
Expertise
et conseil
technique

FRÉDÉRIC
COSNIER,
LAURENT
GATÉ
INRS,
département
Toxicologie et
biométrie

Décryptage

LA DISTRIBUTION GRANULOMÉTRIQUE DES AÉROSOLS AU POSTE DE TRAVAIL

Quels apports pour la santé et la sécurité au travail ?

La connaissance de la distribution granulométrique des aérosols apporte des éléments complémentaires à l'approche conventionnelle d'évaluation des risques liés aux agents chimiques et biologiques. Dans le but de promouvoir la capitalisation de telles données, cet article fait le point sur ce que représente la distribution granulométrique d'un aérosol, et les apports potentiels de son utilisation à différentes fins en lien avec la santé et la sécurité au travail.

SIZE DISTRIBUTION OF AEROSOLS AT THE WORKSTATION: VALUABLE KNOWLEDGE FOR OSH? Knowledge about aerosol size distribution provides additional information to the conventional risk assessment of chemical and biological agents. With a view to promoting the capitalisation of such data, this article explains the significance of aerosol size distribution and different ways in which it could be useful for occupational safety and health.

Les particules présentes dans l'air des lieux de travail peuvent être d'origine naturelle, incidentelle, liées à la production ou à l'utilisation de matériaux, ou émises par l'emploi d'outils, de machines, de procédés, etc. Elles présentent de grandes diversités de composition, concentration et taille. La gamme de tailles à considérer pour les aérosols s'étend sur plusieurs décades, de quelques nanomètres à une centaine de micromètres. Parmi les paramètres impliqués dans l'évaluation des risques liés aux agents chimiques et biologiques, la distribution granulométrique des aérosols constitue une donnée d'intérêt. Complémentaire à l'approche conventionnelle qui repose principalement sur la détermination de leur concentration en masse ou en nombre, elle permet de mieux comprendre l'émis-

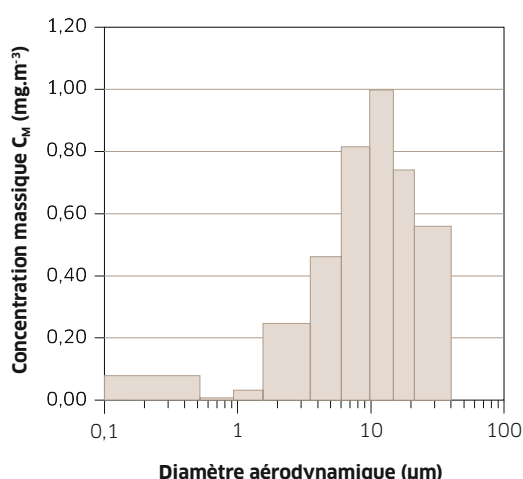
sion, le transport ainsi que les effets sanitaires des particules. La distribution granulométrique intervient également dans le choix des dispositifs de prélèvement ou le dimensionnement des moyens de protection à mettre en œuvre.

La granulométrie des aérosols, de quoi s'agit-il ?

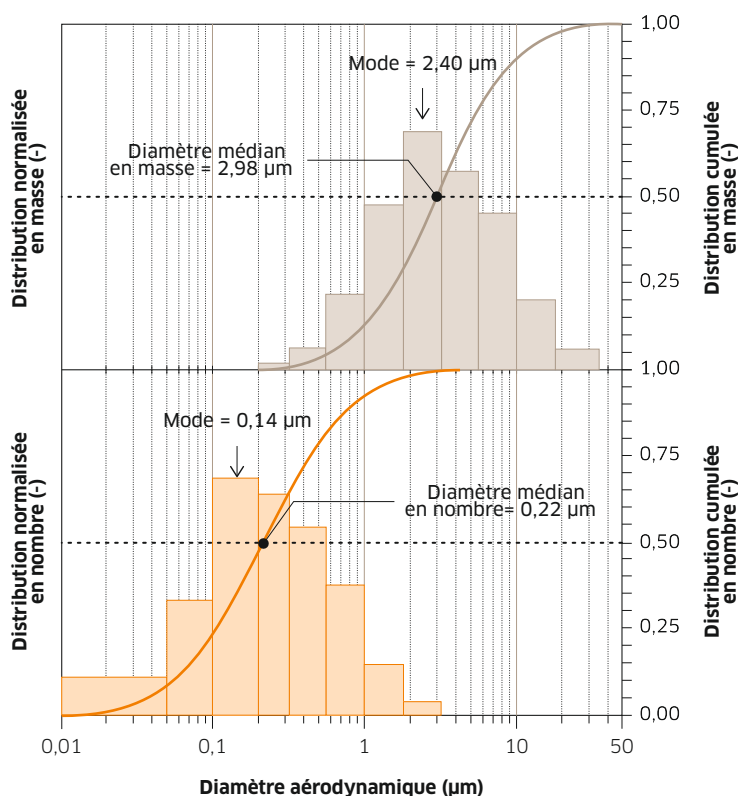
En général, les particules sont polydispersées, c'est-à-dire qu'elles couvrent une large gamme de tailles, souvent sur plusieurs ordres de grandeur. La distribution granulométrique d'un aérosol désigne la répartition de la quantité de particules dans différentes classes granulométriques (Cf. Figure 1, page suivante). Cette répartition est couramment décrite sur une échelle logarithmique pour tenir compte de cette large étendue.



La quantité de particules peut s'exprimer en termes de nombre de particules, masse, ou toute autre grandeur quantifiable (volume, surface, etc.). Le même aérosol peut présenter des distributions granulométriques différentes selon la métrique utilisée. En effet, le nombre fait référence au décompte des particules dans chaque classe granulométrique ; il peut être converti en masse en prenant en compte leur forme (sphères, fibres cylindriques, feuillets,



↑ FIGURE 1 Exemple de la distribution granulométrique en masse d'un aérosol à proximité immédiate d'une opération de broyage mécanique de déchets tertiaires dans un centre de valorisation des déchets recyclables.



↑ FIGURE 2 Exemples de distributions granulométriques (histogrammes, échelle de gauche) du même aérosol en masse (partie supérieure) et en nombre (partie inférieure), leurs distributions cumulées croissantes respectives (courbes continues, échelle de droite) et les diamètres modaux et médians associés.

etc.) et leur masse volumique. Par exemple, la masse d'une particule sphérique de 10 μm est la même que celle d'un milliard de particules sphériques de 10 nm. Pour s'affranchir de la morphologie variable des particules, la taille est ramenée à un diamètre équivalent. Dans ce qui suit, seul le diamètre équivalent aérodynamique¹ est mentionné : il permet de décrire le comportement des particules dans l'air et leur pénétration dans les voies respiratoires. Le diamètre aérodynamique des particules est utilisé pour définir les fractions conventionnelles (inhalable, thoracique et alvéolaire) liées à la santé.

De nombreux descripteurs peuvent être utilisés pour caractériser la distribution granulométrique d'un aérosol. Les plus utilisés sont le diamètre modal (ou mode), faisant référence à la classe de taille la plus représentée, et le diamètre aérodynamique médian en masse (MMAD, pour *mass median aerodynamic diameter*). Le MMAD correspond au diamètre pour lequel la distribution cumulée croissante est égale à 50 %. Dans l'exemple de la Figure 2, le diamètre modal en masse est à 2,40 μm (partie supérieure) et celui en nombre à 0,14 μm (partie inférieure) ; le MMAD est quant à lui égal à 2,98 μm (partie supérieure). L'un ou l'autre de ces descripteurs pourra être choisi en fonction de l'objectif de mesure fixé au préalable².

Afin de compléter la description de la distribution granulométrique d'un aérosol, l'écart-type géométrique (ETG) est couramment utilisé pour décrire la dispersion des tailles de particules autour du MMAD ou du diamètre modal. Plus l'ETG est élevé, plus l'étendue de taille des particules autour de ces valeurs est importante. Une distribution strictement monodispersée a un ETG égal à 1, signifiant que toutes les particules ont la même taille. Par exemple, si la distribution granulométrique s'étend sur deux ordres de grandeur (entre 0,25 et 25 μm sur l'exemple de distribution en masse sur la Figure 2, partie supérieure), soit un rapport de 100 entre le diamètre maximum et le diamètre minimum, alors l'ETG est d'environ 2,15. Dans les environnements professionnels, les aérosols sont généralement polydispersés et suivent une loi dite log-normale, avec un ETG typique autour de 2,5, indiquant que les diamètres couvrent près de trois ordres de grandeur.

La granulométrie des aérosols, une composante-clé

La distribution granulométrique intervient dans un certain nombre d'étapes-clés sur l'ensemble du cycle de vie d'un aérosol dans un environnement professionnel, comme le montre la Figure 3.

De la source aux situations d'exposition

L'exposition à un aérosol résulte d'un processus complexe de la source d'émission jusqu'à la zone

respiratoire d'un travailleur. Pour tout ce cycle de vie, la distribution granulométrique des particules joue un rôle fondamental.

La source désigne le processus à l'origine de l'émission d'aérosol. Il peut s'agir de la (re)mise en suspension de poussières ou de poudres, de particules engendrées par abrasion, de pulvérisation de gouttelettes, de condensation de vapeurs, de réactions chimiques en phase gazeuse, etc.

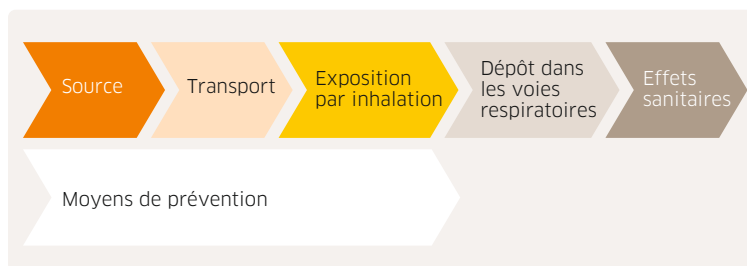
Après son émission, le transport de l'aérosol est influencé par les mouvements de l'air ambiant. En fonction de leur distribution granulométrique, les particules suivent plus ou moins les écoulements d'air et peuvent être transportées plus ou moins loin de leur lieu d'émission. Les particules se déposent progressivement sur les surfaces en fonction de leur taille : par sédimentation pour les particules de plus de quelques micromètres et par diffusion pour les particules plus fines. Ces mécanismes contribuent à réduire leur concentration dans l'air.

Si la dilution est très rapide en extérieur, sous l'effet du vent notamment, elle est essentiellement fonction du taux de renouvellement de l'air dans les locaux intérieurs. De ce fait, les écoulements complexes et turbulents de l'air participent à la variabilité des expositions dans le temps et dans l'espace.

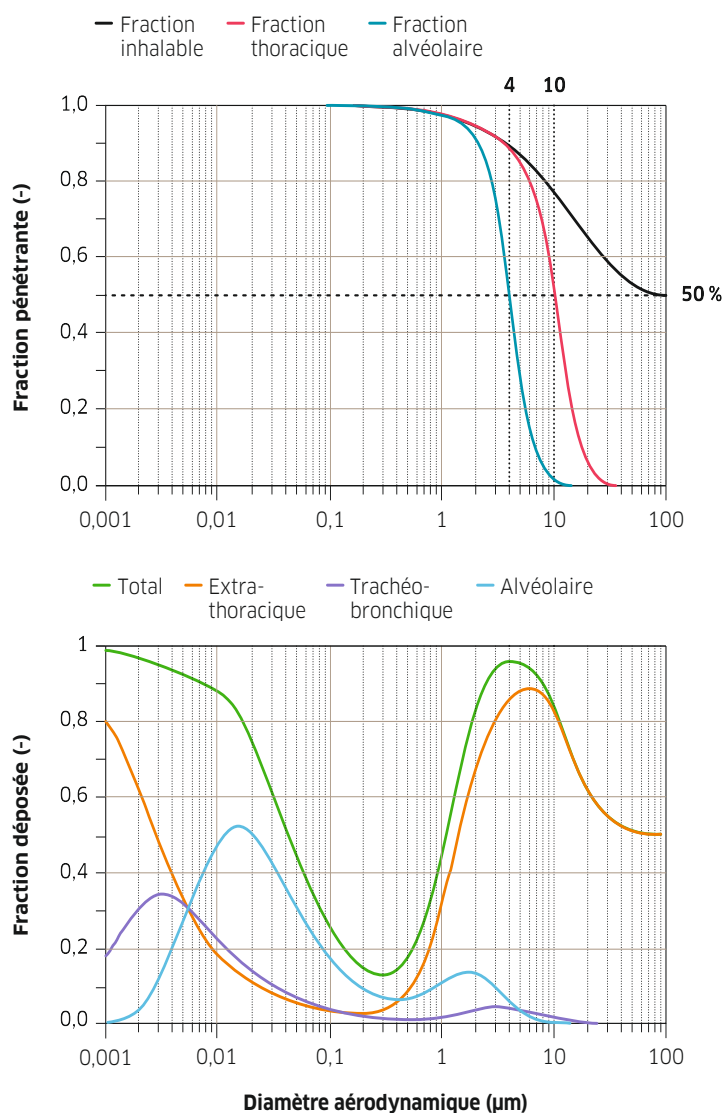
La variation de certaines propriétés d'un aérosol (morphologie, taille, composition chimique, etc.) au cours de son transport dans l'air est à l'origine de son vieillissement. Quelques exemples : les aérosols constitués de substances volatiles tendent à s'évaporer, conduisant à une diminution de la taille des particules qui les composent ; ceux composés de particules nanométriques en fortes concentrations sont sujets à agrégation, formant ainsi des particules de plus grandes dimensions ; les bioaérosols évoluent également en fonction des dommages que peuvent subir les particules biologiques au cours du temps (atteintes à l'intégrité des membranes ou au fonctionnement des cellules).

Enfin, la distribution granulométrique d'un aérosol influence la fraction de particules inhalées par un travailleur et donc, son exposition aux polluants particulaires. L'évaluation quantitative des expositions professionnelles repose sur l'utilisation de dispositifs de prélèvement individuel (cassette fermée, cyclone, etc.), positionnés dans la zone respiratoire du travailleur. L'objectif consiste à sélectionner et collecter, en fonction de leur taille, les particules afin de recueillir un échantillon représentatif d'une des trois fractions conventionnelles pertinentes dans le domaine de la santé au travail (Cf. Figure 4, partie supérieure) :

- fraction inhalable (particules inhalées par le nez et par la bouche dont la vitesse de sédimentation est inférieure à 25 cm/s. Il est communément



↑ FIGURE 3 Étapes-clés où la distribution granulométrique d'un aérosol peut être utile dans une démarche de prévention.



↑ FIGURE 4 Fractions conventionnelles liées à la santé (partie supérieure), et fractions déposées dans les différents compartiments de l'appareil respiratoire humain (partie inférieure) – homme, respiration nasale uniquement, débit ventilatoire 1,3 m³/h, exercice léger, d'après le modèle de la CIPR [source : CIPR/ICRP (Commission internationale de protection radiologique) – Human respiratory tract model for radiological protection. 1994, publication n° 66. Ann. ICRP 24 ; 1-3].

admis que cela correspond à des particules de diamètre inférieur à 100 μm ;

- fraction thoracique (particules inhalées pénétrant au-delà du larynx. Les particules d'un diamètre aérodynamique de 10 μm ont une probabilité de pénétration de 50 %) ;



ENCADRÉ

« LES AÉROSOLS » : UNE THÉMATIQUE DE L'INRS EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ AU TRAVAIL À L'HORIZON 2028

Poussières, fumées, brouillards, particules fines... Autant de noms pour désigner des polluants présents dans l'air des lieux de travail et que l'on regroupe sous l'appellation d'« aérosols ».

Plus précisément, le terme « aérosol » désigne un ensemble de particules liquides ou solides en suspension dans l'air et en interaction avec ses différents constituants. Conventionnellement, on considère que seules les particules de moins de 100 µm de diamètre aérodynamique (Cf. Note¹) restent suffisamment longtemps en suspension pour former un aérosol.

Les aérosols sont à l'origine de nombreux risques professionnels : risque d'exposition chimique ou biologique (par inhalation, voie cutanée, ou ingestion), d'incendie ou d'explosion.

Cible historique de la prévention des risques professionnels, les aérosols ont été remis sur le devant de la scène lors de la pandémie de Covid-19, comme vecteurs potentiels de transmission. Cet épisode a révélé un besoin de connaissances complémentaires, notamment concernant la réduction à la source de leur production et les processus régissant leur transport en situation réelle. De plus, les diminutions de certaines valeurs limites d'exposition professionnelle vers des niveaux de plus en plus faibles, comme celles du manganèse, du cadmium, du nickel ou des poussières totales et alvéolaires, nécessitent un effort accru quant à la limitation de l'exposition des travailleurs aux aérosols.

Au regard de ces enjeux pour la santé et la sécurité au travail, l'INRS a souhaité mettre en place un ensemble d'actions coordonnées sur les aérosols dans son plan stratégique à l'horizon 2028.

Cette thématique propose une approche transversale et concertée de la prévention des risques chimiques et biologiques liés aux aérosols, selon une vision globale du cycle de vie de ces polluants, allant de leur production (la source) à l'exposition des salariés, en passant par les phénomènes de transfert dans les atmosphères de travail et dans les dispositifs de prélèvement.

- fraction alvéolaire (particules inhalées pénétrant au-delà des bronchioles non ciliées. Les particules d'un diamètre aérodynamique de 4 µm ont une probabilité de pénétration de 50 %).

Ce référentiel est distinct de celui utilisé dans le domaine de la santé environnementale reposant sur d'autres fractions particulaires³, appelées PM₁₀ et PM_{2,5}.

Les effets sanitaires des particules

L'inhalation est la principale voie d'exposition aux aérosols en milieu professionnel. Le passage cutané des particules est néanmoins possible, bien que moins étudié.

Les particules inhalées pénètrent plus ou moins en profondeur dans les voies respiratoires, principalement en fonction de leur taille. La fraction inhalée est de 100 % pour les particules de moins de 1 µm et diminue à mesure que leur diamètre augmente (Cf. Figure 4, partie supérieure). Le dépôt des particules dans les régions extrathoracique, trachéobronchique et alvéolaire (Cf. Figure 4, partie inférieure), est également déterminé par leur granulométrie. Il résulte de l'action combinée de plusieurs mécanismes tels que la sédimentation, l'impaction, l'interception, la diffusion, les effets électrostatiques.

Les particules plus grossières (> 1 µm) se déposent majoritairement dans la région extrathoracique. Pour les particules les plus fines, le dépôt est plus diffus sur l'ensemble des régions de l'appareil respiratoire. Le dépôt total est minimal pour les particules présentant un diamètre autour de 0,3 µm. Le dépôt des particules inhalées est donc inégal, dépendant de leur granulométrie, ce qui peut entraîner des doses localisées élevées. Or, le site de dépôt des particules conditionne leur devenir et participe à leurs effets sur la santé.

Une fois les particules déposées, différents mécanismes permettent leur élimination : la clairance mucociliaire permet une épuration rapide (de l'ordre de quelques heures) des particules déposées aux niveaux trachéobronchique et extrathoracique vers le carrefour aérodigestif, la clairance alvéolaire met en jeu des mécanismes lents et saturables pour éliminer les particules déposées au niveau du poumon profond.

La persistance des particules dans les voies respiratoires (ou biopersistance) peut engendrer une inflammation chronique et favoriser le développement de pathologies comme la fibrose ou le cancer. Par exemple, l'inhalation répétée de poussières de bois est à l'origine de cancers naso-sinusiens, probablement en raison d'un dépôt privilégié à ce niveau. L'accumulation de particules insolubles peut dépasser les capacités d'élimination du poumon profond, entraînant une inflammation et des

pathologies respiratoires de surcharge. Certaines particules migrent du poumon vers d'autres organes ou tissus (notamment *via* le système vasculaire ou lymphatique).

D'autres facteurs influencent le dépôt, l'élimination, la biopersistance et, *in fine*, la toxicité des particules : caractéristiques des particules (forme, surface spécifique, composition chimique, chimie de surface, solubilité, hygroscopicité, etc.), ou de la personne exposée (débit et mode respiratoires, antécédents respiratoires...).

Couplée à des paramètres respiratoires propres à chaque espèce, la distribution granulométrique permet d'estimer les doses réellement déposées. Elles jouent un rôle clé dans la précision des relations dose-effet, et sont indispensables pour extrapoler à l'homme les résultats d'études toxicologiques menées chez l'animal et établir des limites d'exposition fiables.

Les moyens de protection

Les mesures de protection à déployer pour réduire l'exposition des salariés aux aérosols sont de deux types : collective ou individuelle.

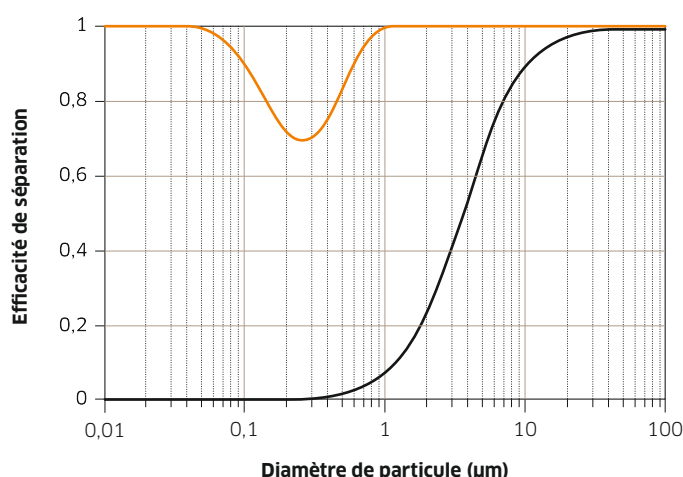
Les moyens de protection collective (MPC) sont, par ordre de priorité de mise en œuvre décroissant :

- la réduction des émissions à la source (actions sur les produits utilisés ou sur le procédé) ;
- le confinement matériel (enceinte fermée, réacteur) ou immatériel (confinement dynamique réalisé par une enceinte ventilée ou par un captage inducteur) ;
- les moyens agissant directement sur l'air des locaux où évoluent les travailleurs, avec principalement la ventilation générale.

L'efficacité de la plupart des MPC est affectée par la distribution granulométrique des aérosols et celle-ci doit être prise en compte pour leur conception. Par exemple :

- l'inertie des particules (liée à leur taille) est une grandeur d'entrée pour le dimensionnement des vitesses d'aspiration des captages inducteurs et leur positionnement par rapport aux procédés émissifs ;
- les vitesses de transport des aérosols dans les conduits de ventilation doivent être ajustées pour éviter, ou au moins limiter, leur dépôt.

Les principaux systèmes d'épuration de l'air des lieux de travail (filtres à média fibreux, électrofiltres, colonnes à bulles, lits granulaires, laveurs, abattage humide) présentent toujours un minimum d'efficacité, généralement pour des tailles de particules comprises entre 0,1 μm et 0,5 μm (courbe en orange sur la Figure 5). À l'inverse, les systèmes reposant sur la séparation inertielle des particules, comme les cyclones, voient leur efficacité diminuer avec le diamètre des particules, pour atteindre une valeur quasi nulle dans le domaine submicronique



(courbe noire sur la Figure 5). Afin de déterminer l'efficacité de séparation d'un système vis-à-vis d'un aérosol, il est donc primordial de connaître sa distribution granulométrique.

Lorsque l'efficacité des MPC n'est pas suffisante, le port de protections individuelles est indispensable. Le choix d'un appareil de protection respiratoire (APR) repose sur l'analyse des risques au poste de travail et notamment, l'identification de la toxicité et de la concentration des aérosols présents dans l'atmosphère de travail. Le niveau de protection requis oriente vers l'APR le plus adéquat.

Comme pour les filtres de ventilation générale (Cf. Figure 5), les filtres équipant les APR présentent un minimum d'efficacité. Ce minimum est observé pour une taille de particules appelée taille de particules la plus pénétrante, dépendant des propriétés structurelles et électrostatiques des filtres. Lors des essais de certification des filtres, les mesures d'efficacité de filtration sont réalisées dans la situation la plus défavorable, c'est-à-dire avec les particules les plus pénétrantes.

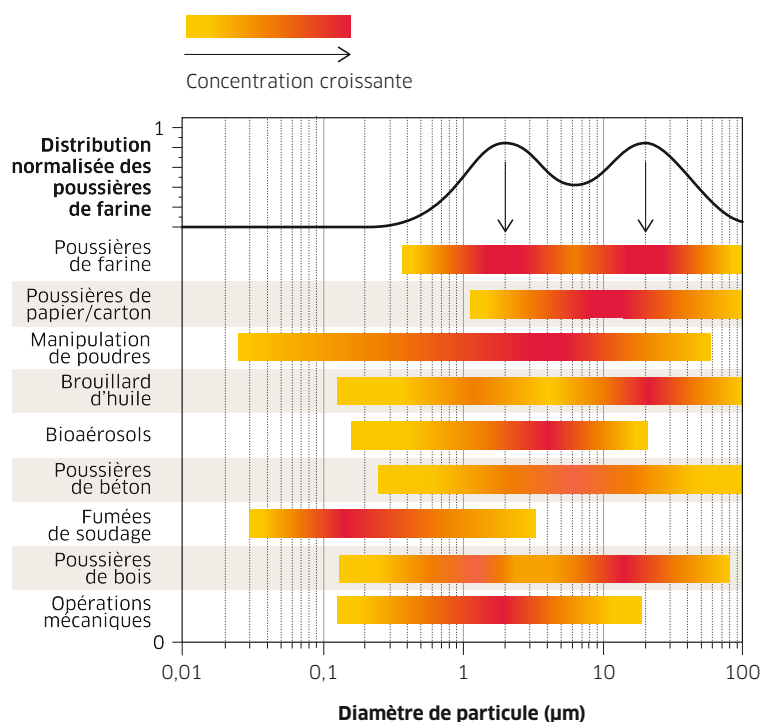
Enfin, la protection respiratoire globale d'un APR dépend de l'efficacité du filtre, mais aussi de l'étanchéité du masque au visage. En effet, le comportement des aérosols au niveau des éventuelles fuites entre le visage et le masque est similaire à celui du dépôt sur une surface, les particules submicroniques pénétrant plus facilement. Selon le modèle d'APR, un bon ajustement est indispensable pour garantir la protection respiratoire.

Conclusion :

de quelles connaissances dispose-t-on ?

La diversité des aérosols pouvant être rencontrés en atmosphères professionnelles est présentée sur la Figure 6 (page suivante), par l'intermédiaire de quelques distributions granulométriques typiques. Elles sont représentées sous la forme de plage de taille couverte. L'échelle de couleur traduit leur proportion relative (exemple des poussières de

↑ **FIGURE 5**
Efficacité de séparation en fonction du diamètre des particules (sphériques et de densité 1). En noir : cyclone, en orange : filtre à média fibreux.



↑ **FIGURE 6**
Exemples de distributions granulométriques en nombre pouvant être rencontrées dans différentes atmosphères professionnelles.

farine en haut de la Figure 6). Données à titre indicatif, elles démontrent la diversité en taille des particules présentes dans les atmosphères professionnelles et l'intérêt de la distribution granulométrique des aérosols dans le cadre de l'évaluation du risque chimique et biologique. Elle est utile aux acteurs de la prévention qui interviennent sur l'ensemble du cycle de vie d'un aérosol (émission des particules, captage, caractérisation des expositions, effets sur la santé, protection collective et individuelle, etc.).

Ces connaissances restent à compléter et il apparaît nécessaire de promouvoir la mesure systématique de la distribution granulométrique des aérosols présents dans les atmosphères professionnelles. Afin de progresser dans la réalisation de ces mesures et de les fiabiliser, différentes approches sont décrites dans la note technique publiée dans ce numéro de la revue (Cf. NT 123, pp. 70-77). À terme, dans l'objectif de compléter la caractérisation des particules dispersées dans l'air des lieux de travail, d'autres propriétés pourraient également être documentées et capitalisées, telles que leur composition chimique/microbiologique ou leur potentiel oxydant associé. ●

1. Diamètre de la sphère de masse volumique 1000 kg.m^{-3} ayant la même vitesse de sédimentation que la particule considérée.

2. Par exemple, si l'on souhaite mettre en évidence et/ou quantifier la fraction la plus fine, on choisira plutôt le nombre ; et si l'on souhaite faire le lien avec les fractions conventionnelles, plutôt la masse.

3. Cf. Code de l'environnement, article R. 221-1.

POUR EN SAVOIR +

- **NORME NF EN 481 – Atmosphères des lieux de travail – Définition des fractions de taille pour le mesurage des particules en suspension dans l'air.** Afnor, 1993 (indice de classement X 43-276). Accessible sur : <https://www.boutique.afnor.org> (site payant).
- **ANSES – Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel – Poussières dites sans effet spécifique. Évaluation des méthodes de mesure (saisine n°2017-SA-0148).** Anses, 2020. Accessible sur : www.anses.fr
- **ANSES – Analyse des fractions granulométriques utilisées pour l'évaluation des expositions par inhalation d'aérosols. Pertinence et comparaison des fractions environnementales (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$) et professionnelles – inhalable, thoracique, alvéolaire (saisine 2018-SA-0076).** Anses, 2023. Accessible sur : www.anses.fr
- **CLERC F. ET AL. – Dossier : la mesure des expositions aux agents chimiques : techniques et outils. Hygiène & sécurité du travail, 2021, 263, DO 33, pp. 18-43.** Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=DO%2033>
- **INRS – Les valeurs limites d'exposition professionnelle.** ED 6443, 2022. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206443>
- **INRS – Les appareils de protection respiratoire : Choix et utilisation.** ED 6106, 2020. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206106>
- **INRS – Principes généraux de ventilation.** ED 695, 2022. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20695>
- **LECLERC J.P. ET AL. – Dossier : Poudres et poussières dans les procédés industriels : des enjeux pour la prévention. Hygiène & sécurité du travail, 2023, 272, DO 41, pp. 18-58.** Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=DO%2041>
- **INRS – Prélèvement des aérosols : généralités.** In : *Guide méthodologique MétroPol*, 2025. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol/guide-methodologique-metropol.html>
- **JUDON N. ET AL. – La charge physique et son influence sur les effets de l'exposition aux substances chimiques volatiles.** In : *Dossier – Risques multiples et polyexpositions : la prévention à l'épreuve de la complexité. Hygiène & sécurité du travail, 2021, 265, DO 35, pp. 32-44.* Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=DO%2035>
- **COSNIER F. ET AL. – Exposition cutanée et passage percutané : de quoi parle-t-on ? Hygiène & sécurité du travail, 2022, 269, DC 35, pp. 5-10.** Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=DC%2035>

**JOURNÉE
TECHNIQUE**



2
DÉCEMBRE
2025

ACCIDENTS DU TRAVAIL : AGIR POUR LEUR PRÉVENTION

Face à une relative stagnation des accidents du travail (AT) depuis plus de 10 ans, comment redynamiser les stratégies et actions de prévention ?

Cette journée technique organisée par l'INRS vise à fournir des connaissances actualisées et des outils pratiques pour améliorer l'efficacité des démarches d'analyse et de prévention des AT. Différents thèmes seront abordés : un rappel des enjeux relatifs à la prévention des AT, le cadre réglementaire, les pratiques des préventeurs en entreprise, dans les

organismes de prévention de l'Assurance maladie - Risques professionnels et dans les services de prévention et de santé au travail. Plusieurs outils d'analyse des AT seront également présentés. Enfin, des focus seront proposés sur les presque-accidents, les accidents liés aux malaises et aux troubles psychosociaux.

Cette journée s'adresse aux préventeurs, aux employeurs et, plus généralement, à tous les acteurs désireux de s'investir dans la prévention des AT quel que soit leur secteur d'activité.

UNIQUEMENT DIFFUSÉ SUR INTERNET ★ INSCRIPTION OBLIGATOIRE

Inscription : jt-at2025.inrs.fr • Contact : jt-at2025@inrs.fr

Actualité juridique

RESPONSABILITÉ DE L'EMPLOYEUR SUITE À LA CHUTE MORTELLE D'UN SALARIÉ NE PORTANT PAS SON HARNAIS DE SÉCURITÉ

Cour de cassation (chambre criminelle), 5 novembre 2024, n° 23-86.418.

Accessible sur : <https://www.courdecassation.fr>

PÔLE
INFORMATION
JURIDIQUE
INRS,
département
Études, veille
et assistance
documentaires

Dans son arrêt rendu le 5 novembre 2024, la Cour de cassation se prononce sur la responsabilité d'un employeur pour homicide involontaire suite à la chute mortelle d'un salarié et mise à disposition d'un échafaudage non conforme. Les hauts magistrats se prononcent également sur les conditions de recevabilité des actions engagées sur le plan civil, par les ayants droit de la victime, pour obtenir une indemnisation. C'est ainsi que la Cour rappelle les conditions dans lesquelles un employeur peut voir :

- sa responsabilité pénale engagée pour homicide involontaire, lors de la réalisation de travaux en hauteur par ses ouvriers ;
 - sa responsabilité civile recherchée par les ayants-droit de la victime d'un accident du travail mortel.
- Cet article est ainsi l'occasion de revenir sur les principales dispositions applicables s'agissant de responsabilité civile et pénale, lors de la survenance d'un accident du travail, ainsi que sur les règles applicables en matière de travail en hauteur, l'accident en question concernant un salarié ayant chuté d'un toit.

Rappel des faits et de la procédure

Dans cette affaire, un salarié a fait une chute mortelle alors qu'il travaillait sur un toit en utilisant une échelle et sans porter de harnais de sécurité.

Première instance devant le tribunal correctionnel

Dans le cadre de l'action pénale, l'employeur a été cité devant le tribunal correctionnel pour :

- homicide involontaire par la violation manifestement délibérée d'une obligation de prudence ou de sécurité imposée par la loi ou le règlement¹ ;
- et mise à disposition pour des travaux temporaires

en hauteur d'équipements de travail ne préservant pas la sécurité du salarié².

Le tribunal l'a relaxé des deux chefs d'infractions. Dans le cadre de l'action civile, le tribunal a déclaré recevables les constitutions de partie civile de son épouse, de ses parents, de sa sœur et de sa nièce, mais les a déboutés de leurs demandes.

Le procureur de la République et les parties civiles ont interjeté appel de la décision relaxant l'employeur et déboutant ces dernières de leurs demandes.

Décision de la cour d'appel

Sur le plan pénal, la cour d'appel suit le raisonnement rendu en première instance, en confirmant la relaxe de l'employeur pour homicide involontaire (infraction prévue par l'article 221-6 du Code pénal).

L'arrêt énonce en effet que les constatations des procès-verbaux ne permettent pas de retenir à son encontre la violation manifestement délibérée d'une obligation de prudence ou de sécurité imposée par la loi ou le règlement, dès lors que :

- l'employeur, présent sur le site, avait rappelé aux ouvriers la nécessité de porter leur harnais de sécurité le matin de la survenance de l'accident ; or la victime ne portait pas le sien ;
- selon le rapport de l'inspection du travail, le salarié avait chuté d'au moins quatre mètres, sans que soit déterminé s'il était tombé de l'échelle posée sur la toiture ou s'il se déplaçait sur le toit ;
- les autres employés présents sur les lieux avaient déclaré que les échelles utilisées pour accéder à la couverture étaient arrimées et sécurisées.

Pour les magistrats, la victime avait donc commis une faute en ne portant pas son harnais. Bien que celle-ci ne soit pas la cause exclusive du dommage,

elle était de nature à écarter la responsabilité pénale de l'employeur. En revanche et paradoxalement, la cour d'appel considère tout de même que l'employeur a « *méconnu les obligations destinées à préserver la sécurité de ses salariés, sanctionnées par l'article L. 4741-1 du Code du travail* », en ayant omis « *de mettre à disposition des ouvriers intervenant sur la couverture de la maison un échafaudage conforme* », permettant de prévenir le risque de chute de hauteur. C'est cette contradiction qui sera remise en cause par la Cour de cassation.

Sur le plan civil, la chambre correctionnelle de la cour d'appel déclare irrecevables les constitutions de partie civile des ayants droit (Cf. *supra*) et les déboute de leurs demandes.

Décision de la Cour de cassation

La Cour de cassation casse et annule les dispositions de l'arrêt attaqué relatives :

- à la relaxe de l'employeur du chef d'homicide involontaire ;
- et à l'irrecevabilité des constitutions de partie civile et ses conséquences.

Responsabilité de l'employeur en l'absence d'équipement de protection collective

La Cour de cassation casse la décision rendue par la cour d'appel et estime que les juges du fond se sont contredits en considérant :

- d'une part, que les éléments constitutifs du délit d'homicide involontaire n'étaient pas caractérisés, ce qui justifiait la relaxe de l'employeur ;
- et d'autre part, que l'employeur n'avait pas mis à disposition des salariés des équipements de travail préservant leur sécurité pour des travaux temporaires en hauteur (infraction sanctionnée par l'article L. 4741-1 du Code du travail) et n'avait pas pris les mesures permettant d'éviter le décès de son salarié.

Pour la Cour de cassation, en choisissant délibérément de ne pas recourir, pour l'exécution des travaux en hauteur, à un équipement de protection collective, l'employeur avait nécessairement commis un manquement, directement à l'origine du décès de la victime.

Lien de causalité entre le manquement de l'employeur et le dommage

Conformément aux dispositions de l'article 121-3 du Code pénal, en cas de délit non intentionnel, les personnes physiques qui n'ont pas causé directement le dommage, mais qui ont créé ou contribué à créer la situation qui a permis la réalisation du dommage, ou n'ont pas pris les mesures permettant de l'éviter, sont responsables pénalement s'il est établi qu'elles ont, soit violé de façon manifestement délibérée une obligation particulière de prudence ou de sécurité prévue par la loi ou le règlement, soit com-

mis une faute caractérisée et qui exposait autrui à un risque d'une particulière gravité qu'elles ne pouvaient ignorer. La chambre criminelle de la Cour de cassation exerce son contrôle sur la qualification du lien de causalité par les juges du fond.

Indemnisation des ayants droits

Tel que le prévoit l'article L. 451-1 du Code de la Sécurité sociale, aucune action en réparation des accidents et maladies professionnelles ne peut être exercée conformément au droit commun, par la victime ou ses ayants droit. Ces derniers doivent tenter une action en reconnaissance de la faute inexcusable de l'employeur ou d'un de ses préposés pour obtenir une indemnisation complémentaire à celle versée par la Sécurité sociale.

À cet égard, la Cour de cassation, dans son arrêt du 5 novembre 2024, rappelle que l'expression d'ayants droit au sens du Code de la Sécurité sociale, ne concerne que les personnes qui, au sens des articles L. 434-7 à L. 434-14, peuvent recevoir des prestations en cas de décès accidentel de la victime. Il s'agit notamment du conjoint, de l'époux, du partenaire de pacte civil de solidarité, ou du concubin à charge effective et permanente, ainsi que des descendants.

Dans ce contexte, la Cour précise que les proches de la victime n'ayant pas cette qualité et n'étant pas visés par les articles précités, peuvent donc être indemnisés par la juridiction pénale selon les règles du droit commun. C'est notamment le cas des frères et sœurs, lesquels ne possèdent pas la qualité d'ayants droit au sens du droit de la Sécurité sociale³.

En conséquence, en cas d'accident du travail mortel, une division des recours judiciaires devant différentes juridictions est possible en fonction de la qualité de chacun des proches de la victime décédée et de la nature des liens de parenté :

- les ayants droits (conjoint, époux, concubin, descendants) peuvent tenter une action en reconnaissance de la faute inexcusable ;
- les frères et sœurs peuvent être indemnisés par la juridiction pénale selon les règles du droit commun.

Réglementation applicable en matière de travaux en hauteur et mise à disposition des équipements de protection collective et individuelle

Définition du travail en hauteur

La réglementation ne donne pas de définition du travail en hauteur. Le risque de chute de hauteur est en effet présent quelle que soit la hauteur du vide ou la durée de l'exposition. Il appartient donc à l'employeur de rechercher l'existence d'un tel risque lors de son évaluation des risques, puis d'appliquer les principes généraux de prévention afin d'engager une démarche de prévention⁴. La réglementation spécifiquement applicable au travail en hauteur



résulte essentiellement des dispositions du Code du travail en matière :

- de conception, d'aménagement et d'utilisation des lieux de travail ;
- de conception et d'utilisation des équipements pour le travail en hauteur.

Par ailleurs, des règles particulières s'appliquent au secteur du BTP et à certaines catégories de travailleurs.

Postes de travail et prévalence des dispositifs de protection collective

Les travaux temporaires en hauteur doivent être réalisés à partir d'un plan de travail conçu, installé ou équipé de manière à préserver la santé et la sécurité des travailleurs, et permettant également l'exécution des travaux dans des conditions ergonomiques⁵. À cet égard, l'article R. 4323-59 du Code du travail précise que « *la prévention des chutes de hauteur à partir d'un plan de travail est assurée, soit par des garde-corps intégrés ou fixés de manière sûre, rigides et d'une résistance appropriée, [...], soit par tout autre moyen assurant une sécurité équivalente* ». Le Code du travail présente en quelque sorte les installations permanentes comme « référence » pour la réalisation de ces travaux. Lorsque ces installations permanentes n'existent pas et qu'il est techniquement impossible de les envisager, le recours à des équipements de travail est possible, en respectant quelques grands principes pour leur choix et leur utilisation⁶.

Le principe fondamental, s'agissant de travail en hauteur, est donc la prévalence des équipements permettant une protection collective sur ceux assurant une protection individuelle. Pour déroger à cette priorité, il faut soit que la mise en place d'un équipement assurant la protection collective des travailleurs, de type nacelle, garde-corps intégrés ou échafaudage, se heurte à une impossibilité d'ordre technique, soit que les trois critères suivants se trouvent cumulativement réunis : un risque faible, des travaux de courte durée et ne présentant pas de caractère répétitif. C'est ce qu'a notamment eu l'occasion de rappeler la Cour de cassation dans un précédent arrêt⁷.

À noter : parmi ces équipements, les échafaudages font l'objet de dispositions spécifiques⁸.

Interdictions

Par ailleurs, d'une manière générale, il est interdit :

- d'utiliser des échelles, escabeaux et marchepieds comme poste de travail. Il ne peut y être dérogé qu'en cas d'impossibilité technique de recourir à un équipement assurant la protection collective des travailleurs, ou lorsque l'évaluation du risque a établi que ce risque est faible et qu'il s'agit de travaux de courte durée ne présentant pas un caractère répétitif⁹ ;

- de recourir aux techniques d'accès et de positionnement au moyen de cordes pour constituer un poste de travail. Il ne peut y être dérogé qu'en cas d'impossibilité technique de faire appel à des équipements assurant la protection collective des travailleurs, ou après évaluation du risque dans les conditions prévues à l'article R. 4323-64. Les conditions d'utilisation sont alors strictement encadrées¹⁰ ;
- de réaliser des travaux en hauteur, quel que soit l'équipement ou l'installation, lorsque les conditions météorologiques (vent important, tempête...) ou les conditions liées à l'environnement du poste de travail sont susceptibles de compromettre la sécurité et la santé des travailleurs¹¹.

Dans l'affaire précédemment commentée, le salarié s'était effectivement vu remettre un harnais de sécurité par l'employeur, qui avait rappelé à ses salariés à plusieurs reprises la nécessité et l'importance du port de cet équipement de protection individuelle. Or, pour la Cour de cassation, ces éléments ne devaient pas être pris en considération dans le cadre du litige, en raison de l'absence sur le chantier d'un échafaudage conforme, apte à prévenir le risque de chute de hauteur, élément en lien direct avec la chute mortelle du salarié victime. ●

1. Cf. Article 221-6 du Code pénal : « Le fait de causer, dans les conditions et selon les distinctions prévues à l'Article 121-3, par maladresse, imprudence, inattention, négligence ou manquement à une obligation de prudence ou de sécurité imposée par la loi ou le règlement, la mort d'autrui constitue un homicide involontaire puni de trois ans d'emprisonnement et de 45 000 euros d'amende. En cas de violation manifestement délibérée d'une obligation particulière de prudence ou de sécurité imposée par la loi ou le règlement, les peines encourues sont portées à cinq ans d'emprisonnement et à 75 000 euros d'amende ».

2. Cf. Article R. 4323-63 du Code du travail : « Il est interdit d'utiliser les échelles, escabeaux et marchepieds comme poste de travail. Toutefois, ces équipements peuvent être utilisés en cas d'impossibilité technique de recourir à un équipement assurant la protection collective des travailleurs ou lorsque l'évaluation du risque a établi que ce risque est faible et qu'il s'agit de travaux de courte durée ne présentant pas un caractère répétitif ».

3. Cf. Cour de cassation, chambre sociale, 18 mai 2000, n° 98-22.771.

4. Cf. Articles L. 4121-1 et suivants du Code du travail.

5. Cf. Article R. 4323-58 du Code du travail.

6. Cf. Articles R. 4323-60 à R. 4323-62 du Code du travail.

7. Cf. Article R. 4323-62 du Code du travail ; Cour de cassation (Chambre criminelle), 31 août 2011, n° 10-88.093.

8. Cf. Articles R. 4323-69 à R. 4323-80 du Code du travail et arrêté du 21 décembre 2004 relatif aux vérifications des échafaudages.

9. Cf. Article R. 4323-63 du Code du travail.

10. Cf. Articles R. 4323-89 et R. 4323-90 du Code du travail.

11. Cf. Article R. 4323-68 du Code du travail.

AGISSEMENTS SEXISTES : LA TOLÉRANCE ANTÉRIEURE DE L'EMPLOYEUR NE FAIT PAS OBSTACLE À UN LICENCIEMENT POUR FAUTE

Cour de cassation (chambre sociale), 12 juin 2024, n° 23-14.292.

Accessible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr>

PÔLE
INFORMATION
JURIDIQUE
INRS,
département
Études, veille
et assistance
documentaires

Le 1^{er} septembre 2016, un salarié engagé depuis 1993 en tant que technicien supérieur fait l'objet d'une mise à pied conservatoire et est convoqué à un entretien préalable en vue d'un éventuel licenciement.

Le 11 octobre 2016, le salarié est licencié pour faute simple, son employeur lui reprochant des propos inappropriés à connotation sexuelle tenus, en particulier à l'égard de certaines de ses collègues de sexe féminin. Contestant son licenciement, il saisit le conseil des prud'hommes, lequel le déboute de l'ensemble de ses demandes.

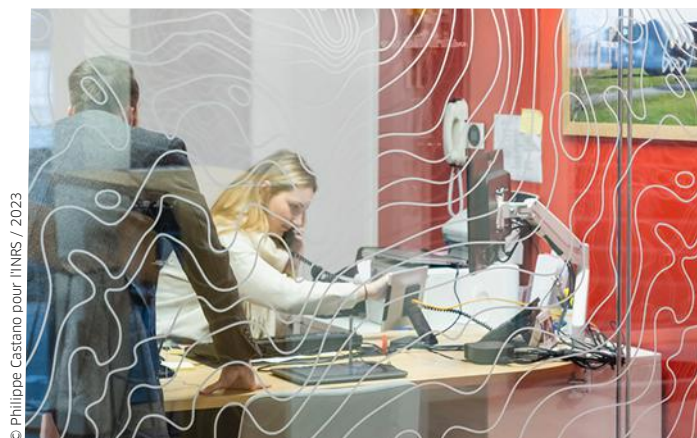
La cour d'appel infirme le jugement de première instance et fait droit aux demandes du salarié. Elle estime que, bien que le salarié ait tenu, auprès de certains collègues de travail, des propos à connotation sexuelle, insultants, humiliants et dégradants à l'encontre de deux autres collègues de sexe féminin, celui-ci avait déjà tenu, par le passé, des propos similaires. À l'époque, sa hiérarchie en était informée, mais ne l'avait pas sanctionné. La cour d'appel estime donc que le licenciement est sans cause réelle et sérieuse, dans la mesure où aucune sanction antérieure n'avait été prononcée pour des faits similaires, alors que l'employeur en avait connaissance.

L'employeur se pourvoit alors en cassation. À l'appui de sa demande, il soutient que les propos à connotation sexuelle, sexistes, insultants, humiliants et dégradants tenus par le salarié constituaient une faute justifiant le licenciement. De plus, étant tenu à une obligation de garantir la sécurité et la santé de ses salariés, il devait prendre toutes les dispositions nécessaires afin de faire cesser notamment les agissements sexistes. Enfin, il estime que l'ab-

sence de réaction ou de sanction prise à l'encontre du salarié, alors qu'il avait déjà eu connaissance de propos inappropriés, ne faisait pas obstacle à une mesure de licenciement à l'avenir.

La Cour de cassation casse et annule l'arrêt d'appel, en se fondant sur les articles L. 1142-2-1, L. 1232-1, L. 1235-1, L. 4121-1 et L. 4121-2 du Code du travail. La Cour rappelle :

- que nul ne doit subir d'agissement sexiste ayant pour effet de porter atteinte à la dignité ou de créer un environnement de travail intimidant ou hostile ;
- mais également, que l'employeur est tenu d'une obligation de sécurité envers les salariés et doit prendre les mesures nécessaires pour les protéger. Dans la mesure où le salarié avait répété ses propos à connotation sexuelle, la Cour retient qu'il s'agit d'un comportement fautif et constitutif d'une cause réelle et sérieuse, fondant ainsi le licenciement de l'employeur. ●



© Philippe Castano pour l'INRS / 2023

Focus normalisation

CONTRAINTES MUSCULOSQUELETTIQUES LORS DU TRANSPORT DE PATIENTS À L'AIDE D'UN BRANCARD D'AMBULANCE

STEPHANIE
GRIEMSMANN,
CHRISTOPH
SCHIEFER
Deutsche
Gesetzliche
Unfall-
versicherung
(DGUV)*

*Assurance
sociale accidents
allemande

Pour les secouristes, le transport de patients s'accompagne de fortes contraintes physiques. Ils doivent notamment soulever régulièrement un brancard d'ambulance sur lequel est allongée une personne. Il ressort d'une étude métrologique réalisée à l'Institut pour la sécurité et la santé au travail de la DGUV (IFA, Allemagne) que les contraintes musculosquelettiques, en particulier au niveau des vertèbres lombaires, peuvent être nettement réduites grâce à un niveau d'automatisation plus élevé sur ce type de brancard.

MUSCULOSKELETAL STRESSES ARISING DURING TRANSPORT OF PATIENTS ON WHEELED STRETCHERS – Ambulance service personnel are subjected to heavy stresses when transporting patients. Situations repeatedly arise in which, for example, a wheeled stretcher carrying a person must be lifted. A study involving measurements, conducted at the German Institute for Occupational Safety and Health (IFA) of the DGUV, revealed that musculoskeletal stresses, particularly on the lumbar spine, can be reduced substantially by the use of more highly automated wheeled stretchers.

KAN Brief
KOMMISSION ARBEITSSCHUTZ UND NORMUNG

Cet article est
issu du bulletin
d'information
KAN-Brief
n° 1/25
(consultable
sur :
www.kan.de/fr)
de la
Kommission
Arbeitsschutz
und Normung
(KAN).
The English
version of
this article is
accessible at
www.kan.de/en

Selon une analyse des métiers sous tension menée en Allemagne par l'Agence fédérale pour l'emploi, le secteur du secourisme souffre d'une pénurie de personnel qualifié. S'ajoute le fait que, en raison des contraintes physiques, les secouristes ne travaillent pas tous jusqu'à l'âge légal de la retraite, ce qui est dû notamment à l'augmentation du poids moyen des patients et à la proportion sans cesse croissante de femmes dans ce métier. Ces facteurs font que les contraintes musculosquelettiques qui s'exercent lors du transport de patients font l'objet d'une attention accrue. La présente étude sur les brancards d'ambulance fait suite à une étude antérieure qui portait sur le transport des patients dans des escaliers¹. Il est ressorti d'une enquête menée en ligne auprès de plus de 4000 participants que, même si les

escaliers restaient la situation la plus fréquente en termes de contraintes physiques, le chargement et le déchargement des brancards d'ambulance étaient également souvent mentionnés. C'est surtout dans les épaules et dans le dos que les contraintes sont ressenties par le personnel. Bien qu'étant déjà disponibles, les équipements présentant un niveau plus élevé d'automatisation ne sont à ce jour que rarement utilisés dans la pratique, ce qui est en partie critiqué par les intéressés. Les services de secours, les transports de malades et les pompes funèbres sont des domaines où des personnes sont régulièrement transportées sur des brancards. Le transfert jusqu'au véhicule d'intervention implique généralement de soulever une grande partie du poids total, qui se compose de la personne, du brancard et éventuellement de l'équipement médical. Le brancard d'ambulance

est abaissé au niveau du sol, la personne est placée sur ce brancard, qui est alors relevé jusqu'à la hauteur à laquelle il va être chargé sur le véhicule. S'il s'agit d'un modèle mécanique, cette opération repose sur la force musculaire, tandis que, sur les modèles électrohydrauliques, elle s'effectue automatiquement par simple pression sur un bouton. Le chargement dans le véhicule peut se dérouler de diverses façons : les brancards d'ambulance purement mécaniques sont typiquement poussés sur une table porte-brancard, opération pendant laquelle le châssis se replie, cette table inclinée étant ensuite poussée vers le haut jusqu'en position horizontale. Dans le cas d'un système semi-automatique, le brancard d'ambulance mécanique est poussé sur une petite distance sur un système de traction, puis tiré automatiquement vers l'intérieur par simple pression sur un bouton. Le brancard d'ambulance électrohydraulique, quant à lui, s'enclenche sur la table de chargement, son châssis se rétracte automatiquement, et il est rentré à l'horizontale dans le véhicule.

Afin de comparer les contraintes physiques subies lors de la manutention des brancards, plusieurs organismes d'assurance accidents ont mandaté l'Institut pour la sécurité et la santé au travail (IFA) de l'Assurance sociale accidents (DGUV, Allemagne) pour effectuer des mesures en conditions de laboratoire sur ces trois systèmes de brancard et de chargement par traction ou par poussée. Afin de reproduire le plus fidèlement possible les opérations de levage, de chargement et de déchargement lors des mesurages en laboratoire, un mannequin a été placé sur le brancard, et des secouristes professionnels ont été recrutés pour participer à l'étude.

L'étude a porté au total sur vingt opérateurs, qui ont fait l'objet de mesurages à l'aide du système CUELA (en anglais : *computer-based measurement and long-term analysis of stresses upon the musculoskeletal system*²) lors de la manutention de brancards d'ambulance. Le système a enregistré la posture et le mouvement du corps, ainsi que les forces d'action de la main. La charge subjective ressentie, ainsi que les régions du corps concernées, ont été renseignées à l'aide d'un questionnaire.

De grandes différences ergonomiques entre les systèmes

Les résultats font apparaître des résultats différenciés pour les trois systèmes, tant pour les paramètres biomécaniques objectifs (force d'action de la main, posture et force de compression exercée sur les disques intervertébraux au niveau de la colonne lombaire, vertèbres L5/S1) que pour la charge subjective ressentie.

La posture était acceptable pour la manutention

de tous les brancards d'ambulance. La manipulation des modèles purement mécaniques utilisés avec une table porte-brancard exigeait d'exercer des forces d'action de la main importantes, qui provoquent pour chaque opérateur des forces de compression élevées sur les disques intervertébraux, même si, comme c'est recommandé, l'opération était effectuée par une équipe de deux personnes. L'assistance électrohydraulique et la traction automatique diminuaient considérablement l'effort nécessaire, ce qui réduit notablement les forces de compression exercées sur les vertèbres L5/S1. D'après les mesurages, c'est la manutention des brancards d'ambulance électrohydrauliques avec système de traction automatisé qui réduit le plus nettement la contrainte physique. Étant donné qu'il n'est pas nécessaire de soulever le brancard à hauteur de chargement, aucune contrainte ne s'exerce. Lors du chargement et du déchargement (par une seule personne ou à plusieurs), la force de compression est réduite de moitié, tant pour les valeurs maximales (P95 : de 6,8 ou 5,6 kN à 2,7 kN) que pour la médiane (P50 : de 3,2 ou 2,9 kN à 1,6 kN). La charge subjective ressentie par les participants reflète, elle aussi, les résultats des mesurages.

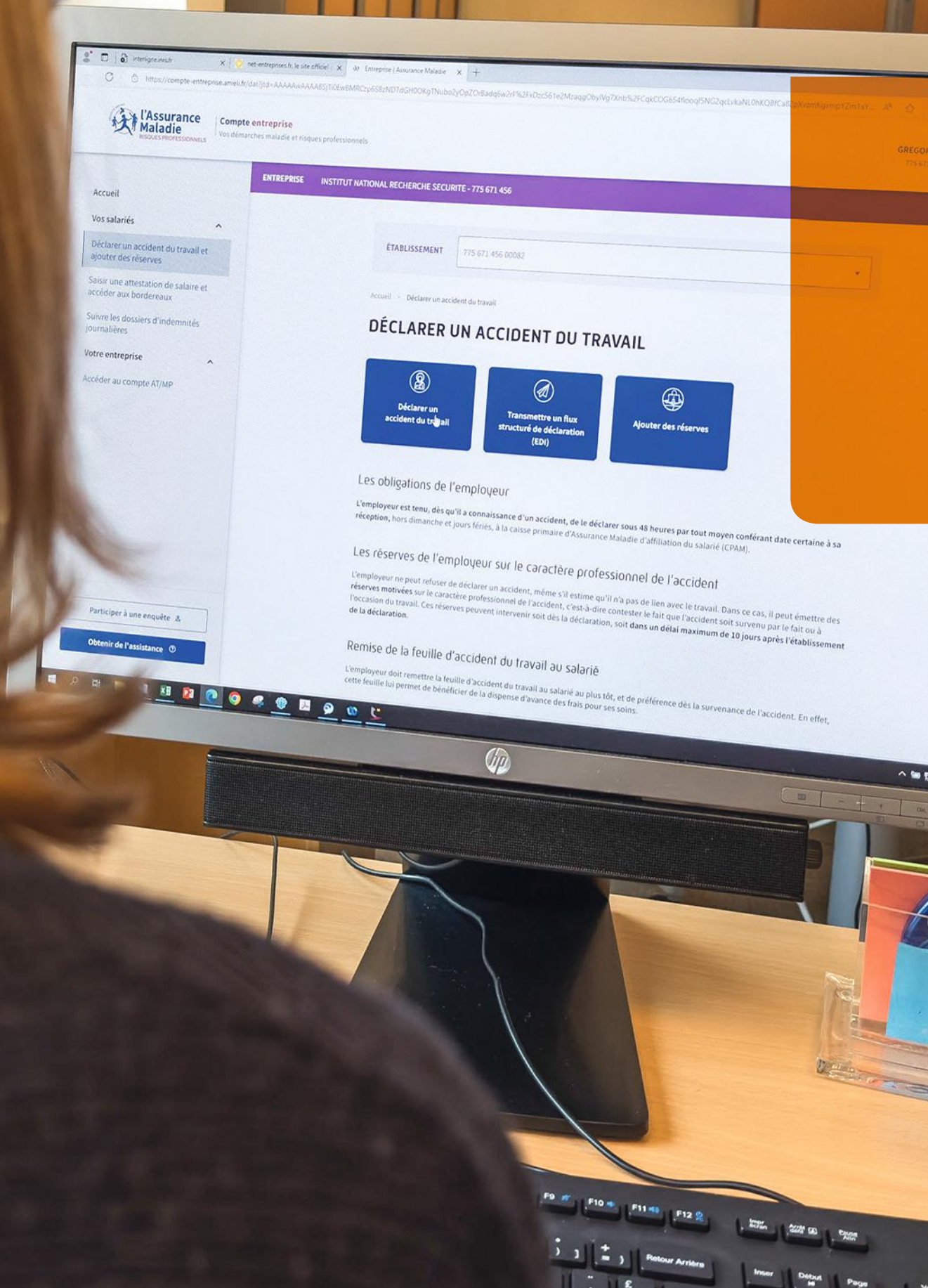
Il s'avère donc que les brancards d'ambulance équipés de fonctions d'assistance s'avèrent largement plus bénéfiques pour tous les opérateurs – en particulier, les femmes et les personnes d'un certain âge. Il faut intensifier l'usage d'équipements techniques afin de protéger la santé des opérateurs, notamment dans un contexte de pénurie de personnel qualifié. La norme EN 1865-2³, qui vient d'être révisée, prescrit pour ce système de chargement qu'il fournisse aux secouristes une assistance telle que, dans des conditions de fonctionnement normales, les opérations de levage manuel ne soient plus nécessaires. Dans l'avant-propos national (allemand) de la norme DIN EN 1789⁴, l'utilisation de systèmes de chargement à assistance électromécanique est aujourd'hui recommandée comme étant l'état de l'art. Le passage aux brancards électrohydrauliques constituerait une étape supplémentaire dans les efforts visant à réduire les contraintes musculosquelettiques lors du transport des patients. ●

1. Voir : <https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/ergonomie/ergonomie-in-der-personenbefoerderung/index.jsp> (en allemand).

2. Voir : <https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/ergonomie/cuela-messsystem-und-rueckenmonitor/index-2.jsp> (en anglais).

3. Norme EN 1865-2 – Équipements pour le transport de patient dans les ambulances routières. Partie 2 – Brancard motorisé. Afnor, 2024. Accessible sur : www.boutique.afnor.org (site payant).

4. Norme EN 1789 – Véhicules de transport sanitaire et leurs équipements – Ambulances routières. Afnor, 2023. Accessible sur : www.boutique.afnor.org (site payant).



Compte entreprise

Vos démarches maladie et risques professionnels

Accueil

Vos salariés

Déclarer un accident du travail et ajouter des réserves

Saisir une attestation de salaire et accéder aux bordereaux

Suivre les dossiers d'indemnités journalières

Votre entreprise

Accéder au compte AT/MP

Participer à une enquête

Obtenir de l'assistance

ÉTABLISSEMENT

775 671 456 00082

Accueil > Déclarer un accident du travail

DÉCLARER UN ACCIDENT DU TRAVAIL



Déclarer un accident du travail



Transmettre un flux structuré de déclaration (EDI)



Ajouter des réserves

Les obligations de l'employeur

L'employeur est tenu, dès qu'il a connaissance d'un accident, de le déclarer sous 48 heures par tout moyen conférant date certaine à sa réception, hors dimanche et jours fériés, à la caisse primaire d'Assurance Maladie d'affiliation du salarié (CPAM).

Les réserves de l'employeur sur le caractère professionnel de l'accident

L'employeur ne peut refuser de déclarer un accident, même s'il estime qu'il n'a pas de lien avec le travail. Dans ce cas, il peut émettre des réserves motivées sur le caractère professionnel de l'accident, c'est-à-dire contester le fait que l'accident soit survenu par le fait ou à l'occasion du travail. Ces réserves peuvent intervenir soit dès la déclaration, soit dans un délai maximum de 10 jours après l'établissement de la déclaration.

Remise de la feuille d'accident du travail au salarié

L'employeur doit remettre la feuille d'accident du travail au salarié au plus tôt, et de préférence dès la survenance de l'accident. En effet, cette feuille lui permet de bénéficier de la dispense d'avance des frais pour ses soins.

Dossier

ACCIDENTS DU TRAVAIL : MIEUX LES COMPRENDRE POUR LES PRÉVENIR

❶ Les accidents du travail (AT) :
un enjeu national

P. 20

❷ La prévention au quotidien :
exemple en entreprise

P. 25

❸ La base de données Epicea

P. 27

❹ Les pratiques des préventeurs
d'entreprise en matière d'analyse
des AT

P. 31

❺ Focus sur... : Quelle utilisation
de l'analyse des AT ? Exemple dans
le secteur de la restauration collective

P. 36

❻ Les malaises mortels au travail :
quels liens avec le travail ?

Comment les prévenir ?

P. 38

❼ L'analyse des malaises
et des actes suicidaires
par une délégation d'enquête paritaire

P. 45

❽ L'analyse des accidents du travail
en lien avec des violences internes

P. 49

❾ Les accidents liés au travail
sur la route : quelle prévention possible ?

P. 55

Avec plus de 600 000 accidents du travail (AT) par an, dont environ 750 mortels, la prévention des risques professionnels apparaît comme un véritable défi pour l'ensemble des acteurs de la santé au travail. Les entreprises françaises doivent faire face à de véritables défis organisationnels et techniques pour limiter leur sinistralité et faire en sorte que les risques professionnels auxquels elles sont confrontées soient mieux prévenus. Ce dossier revient sur cet enjeu majeur, en rappelant que les employeurs, les salariés et leurs représentants (notamment les élus du comité social et économique) ont tous un rôle à jouer pour la prévention des accidents du travail. À l'aide de multiples exemples, il revient sur les pratiques en matière d'analyse des AT, et leurs apports. Il propose également, pour quelques types d'accidents, plusieurs développements portant notamment sur la compréhension des malaises mortels et le lien avec le travail, sur l'analyse par des délégations paritaires suite à des malaises, des suicides ou des violences internes, ainsi que sur une approche du risque routier pouvant être déclinée dans les entreprises.

OCCUPATIONAL ACCIDENTS: UNDERSTANDING THEM BETTER TO PREVENT THEM –

With over 600,000 occupational accidents per year, roughly 750 of which are mortal, occupational risk prevention appears to be a real challenge for all occupational health stakeholders. French companies must overcome major organisational and technical hurdles to limit their accident rate and ensure that the occupational risks that they face are better prevented. This dossier reflects on this major challenge, reiterating that employers, employees and their representatives (particularly social and economic committee reps), all have a role to play to prevent accidents at work. Using several examples, it describes practices relating to occupational accident analysis, as well as their contributions.

LES ACCIDENTS DU TRAVAIL (AT) : UN ENJEU NATIONAL

En France, les accidents du travail (AT) sont encore trop nombreux. Pour mieux les prévenir, un grand nombre d'acteurs sont mis à contribution à tous les niveaux, de l'entreprise à l'État. Cet article rappelle le contexte et les enjeux d'une prévention qu'il faut encore et toujours développer, animer et renforcer.

ANNE-SOPHIE
VALLADEAU
INRS,
département
Expertise
et conseil
technique

Chaque année, environ 600 000 accidents du travail (AT) avec arrêt sont reconnus, dont 30 000 font l'objet d'une attribution d'incapacité permanente, et parmi lesquels 3 000 présentent un taux supérieur à 20 %. Environ 750 accidents du travail sont suivis d'un décès. De plus, près de 350 personnes décèdent chaque année suite à un accident de trajet. Le nombre d'accidents mortels est stable et ne diminue pas depuis 10 ans (Cf. Figures 1 à 3 et Encadré 1 pages suivantes).

Au niveau national, différents acteurs institutionnels se sont positionnés pour œuvrer à la réduction des AT, notamment l'État et le réseau Assurance maladie-Risques professionnels (pilote par la Cnam/Direction des risques professionnels).

Le positionnement de l'État

L'État a choisi de mener des actions au plus près du terrain. En déployant le dernier Plan national de santé au travail (PST 4)¹, il confirme et concrétise la priorité donnée à la lutte contre les accidents du travail graves et mortels, avec un plan spécifique en lien avec le PST 4 : le Plan pour la prévention des accidents du travail graves et mortels (PATGM). Celui-ci, construit par l'État, les partenaires sociaux, la Sécurité sociale et les organismes de prévention vient préciser, dans ce domaine, les modalités opérationnelles de déploiement par des actions concrètes. Un effort particulier est porté sur les actions visant à protéger les personnes les plus exposées, qui sont les jeunes embauchés, les travailleurs intérimaires et



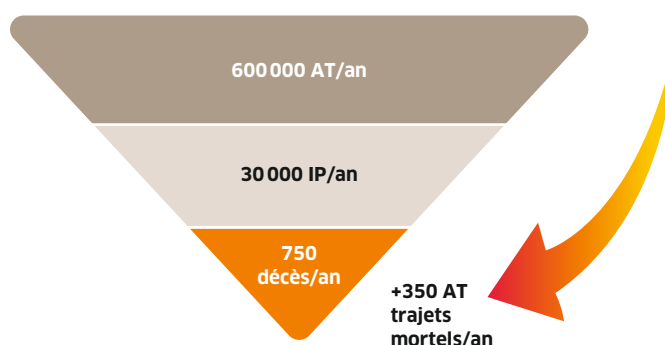
© Fabrice Dimier pour l'INRS / 2016

les travailleurs détachés. La prévention est un axe stratégique de la politique publique de santé au travail pour :

- renforcer la formation des jeunes et être attentif aux nouveaux embauchés ;
- renforcer la formation en santé et en sécurité au travail tout au long de la carrière ;
- renforcer la surveillance du marché des équipements de travail et de protection individuelle ;
- agir en direction des formes d'emploi particulières (détachement, intérim, travail indépendant) ;
- prévenir le risque de chutes, notamment dans les secteurs et les branches les plus exposés ;
- prévenir le risque routier professionnel ;
- accompagner les entreprises et notamment les TPE-PME ;
- mobiliser les acteurs de proximité des branches professionnelles ;
- renforcer les enquêtes suite aux AT mortels réalisées par l'inspection du travail et les Carsat ;
- communiquer à travers différents médias (TV ou radio) pour sensibiliser le grand public à la prévention des AT.

Les actions du réseau Prévention

La Caisse nationale de l'assurance maladie (Cnam/ Direction des risques professionnels ; Cf. Encadré 2 p.24) s'est également positionnée sur ce même objectif, en proposant le programme « Prev-AT ». Celui-ci contient notamment des actions d'accompagnement des entreprises visant à réduire leur sinistralité, en les aidant dans l'analyse des accidents et le déploiement d'actions correctives. Il permet également de capitaliser les informations recueillies pour améliorer la connaissance des



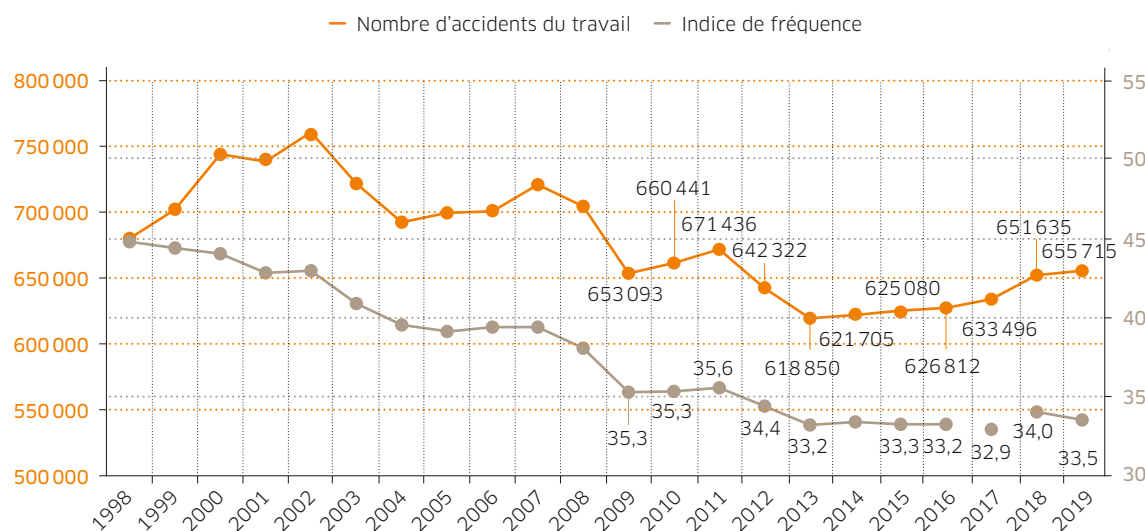
sinistres et éprouver les mesures de prévention généralisables. Trois « entrées » ont été considérées comme prioritaires pour ce programme : les chutes, les AT mortels, quelles que soient leurs causes (accidents de trajet et malaises inclus) et les entreprises à sinistralité élevée.

Dans ce contexte, ce dossier propose de présenter quelques éléments de compréhension sur les pratiques des préventeurs en entreprise, en matière d'analyse des AT. Une entreprise présente sa démarche de prévention au quotidien et la façon dont, en décidant d'agir sur ses AT, elle a développé une culture de prévention au sein de ses équipes (Cf. pp. 25-26).

Un troisième article présente la base de données Epicea, développée par l'INRS (Cf. pp. 27-30).

Le suivant rapporte les résultats d'une enquête, effectuée par l'INRS auprès des personnes en charge de la santé et de la sécurité au travail dans les entreprises, sur leurs pratiques en vue notamment de mieux prévenir les AT (Cf. pp. 31-35). Certains AT peuvent être difficiles

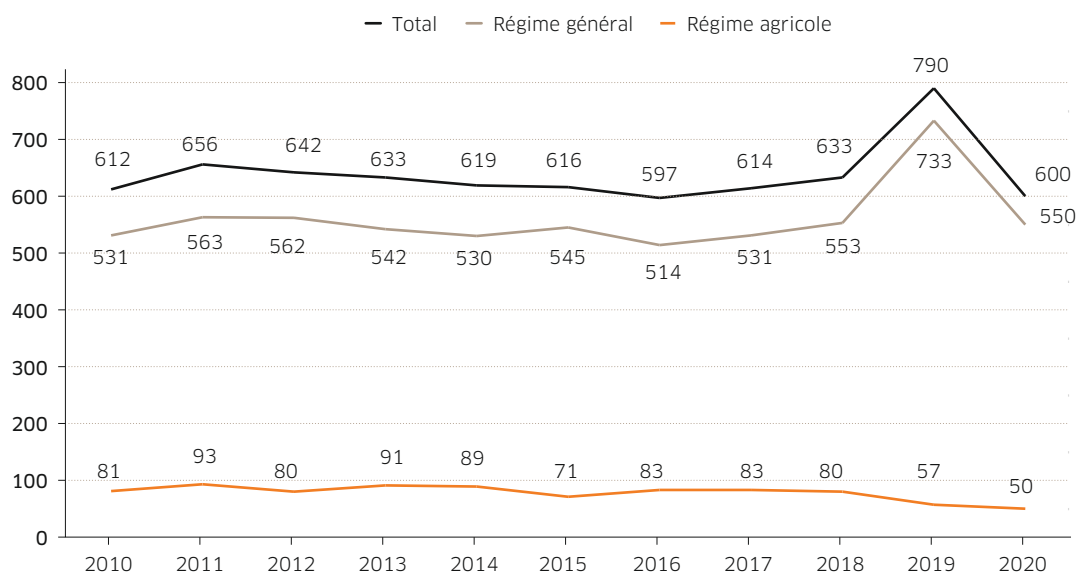
↑ FIGURE 1
Répartition moyenne des AT en France (données sur un an) tous régimes confondus (général, agricole, etc.)



← FIGURE 2
Évolution du nombre d'accidents du travail en 1^{er} règlement et de leur fréquence pour 1000 salariés sur la période 1998-2019. Chiffres issus des données de l'Assurance maladie – Risques professionnels.

N.B. : Les indicateurs 2017 et 2018 sont calculés à partir des effectifs issus des déclarations sociales, DADS ou DSN, la DSN se substituant progressivement à la DADS, avec les règles de gestion qui leur sont associées. Du point de vue des séries statistiques, c'est une période transitoire qui justifie que les points annuels soient représentés isolément, ou que certaines évolutions ne soient pas calculées. À partir de 2019, seul le secteur public utilise encore de façon significative les DADS.

FIGURE 3 →
Évolution
du nombre
d'accidents du
travail mortels.



Sources : Cnam et MSA.

NB : La hausse constatée en 2019 pour le régime général s'explique par la plus grande prise en compte des décès faisant suite à un malaise tandis que la baisse en 2020 s'explique par la crise sanitaire. Ces chiffres n'incluent ni les accidents de trajet mortels (entre 200 et 300 par an) ni les décès liés aux maladies professionnelles (entre 200 et 300 par an également).

ENCADRÉ 1

DONNÉES DE SINISTRALITÉ : EXTRAITS DU PLAN NATIONAL DE SANTÉ AU TRAVAIL N° 4 (2021-2025)*

En France, le nombre d'accidents du travail s'est considérablement réduit durant de nombreuses décennies : les années 1950 comptaient autour d'un million d'accidents du travail chaque année, tandis que les années 2010 en comptent 650 000 environ. Cette réduction d'un tiers de l'accidentalité annuelle est constatée alors même que le nombre de salariés a doublé dans le même temps, si bien que l'indice de fréquence des accidents du travail a beaucoup diminué, atteignant autour de 34 accidents pour 1 000 salariés. Ces baisses importantes sont sans doute à relier aux progrès en matière de prévention réalisés par les entreprises, à une réglementation plus protectrice et à des équipements plus sécurisés, à l'action des institutions en charge de la prévention des risques professionnels (dont les instances paritaires) et de l'inspection du travail, mais aussi à l'évolution

des emplois vers des activités de services, moins accidentogènes. Il semble cependant qu'un palier ait désormais été atteint : le nombre d'accidents et leur indice de fréquence ne baissent plus. Par ailleurs, le nombre d'accidents du travail ayant causé la mort de leur victime ne diminue pas depuis dix ans. Les accidents du travail mortels sont majoritairement dus à des accidents de la route (en mission), à des équipements de travail ou engins dangereux, à des chutes de hauteur ou à des malaises sur le lieu de travail. Pour mémoire, le risque routier (mission et trajet) demeure la première cause de mortalité au travail pour les travailleurs du régime général : en 2019, on compte ainsi 406 personnes tuées dans un accident de la route lié au travail, dont 295 lors d'un accident de trajet (trajet entre le lieu de résidence ou de repas et le lieu de travail) et 111 lors d'un accident de mission.

Par ailleurs, la même année, 13 302 personnes étaient victimes d'un accident de trajet et 9 690 victimes d'un accident de mission, selon le bilan 2019 de l'Observatoire national interministériel de la sécurité routière. S'agissant des chutes de hauteur et de plain-pied, elles surviennent notamment, mais non exclusivement, dans le secteur du bâtiment et des travaux publics, et de façon marquée dans les petites entreprises. En 2019, on comptait plus de 9 millions et demi de journées d'incapacité temporaire dues aux chutes, deuxième cause d'accidents du travail dont la cause est connue et deuxième cause de décès.

* Voir : 4^e Plan national de santé au travail (2021-2025). Accessible sur : <https://travail-emploi.gouv.fr/sites/travail-emploi/files/files-spip/pdf/pst4.pdf>



© Gaël Kerbaol / INRS / 2025

à analyser de par leurs spécificités (AT ayant lieu en dehors des locaux de l'entreprise, facteurs personnels propres à la victime impliqués, relations au travail délétères, etc.).

Certains exemples sont détaillés dans ce dossier, afin d'aider les entreprises à mieux comprendre les AT et mieux les prévenir.

Par exemple, les malaises, première cause de mortalité au travail (non reconnue par d'autres pays), et dont le risque croît avec l'âge, sont parfois vécus, y compris par les préventeurs, comme une fatalité, indépendante des conditions de travail. Par conséquent, les mesures de prévention de ces malaises sont méconnues et peu mises en œuvre. Pourtant, une étude récente sur les malaises documentés ces dix dernières années a permis de mettre en évidence des facteurs professionnels. Il est donc nécessaire de poursuivre l'analyse des malaises pour améliorer la connaissance de leur survenue, ce qui permet la mise en œuvre de mesures de prévention (Cf. pp. 38-43).

L'évolution des AT liés aux risques psychosociaux (RPS) mérite également que soit présentée en détail la démarche d'analyse des AT en lien avec les RPS pour mieux les prévenir (Cf. pp. 45-54).

Le risque trajet, associé au risque routier en mission, représente une cause majeure de mortalité liée au travail. L'article sur la prévention du risque

routier propose des mesures spécifiques à cette problématique (cf. pp. 55-61). ●

1. Le Plan national de santé au travail n°4 (PNST 4) résulte d'un travail coopératif entre l'État, les partenaires sociaux, les organismes de prévention et la Sécurité sociale, et s'appuie notamment sur le bilan du Plan précédent (n°3).

POUR EN SAVOIR +

- INRS – *Analyser les accidents du travail et agir pour leur prévention*. ED 6481, 2024. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206481>
- INRS – *Agir suite à un accident du travail*. Outil en ligne n°82, 2021. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil82>
- INRS – *La méthode de l'arbre des causes*. ED 6163, 2020. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206163>
- INRS – *Agir suite à un accident du travail*. Des supports d'information en ligne. Page Web, 2022. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/actualites/agir-suite-un-accident-du-travail.html> (Voir notamment les « Fiches solutions »).
- INRS – *Outils « métiers » Oira* (à utiliser notamment pour la mise à jour du document unique d'évaluation des risques, suite à un AT) pour les TPE-PME. Accessibles sur : <https://www.inrs.fr/metiers/oira-outil-tpe.html>
- HACHE P., PECLET S., TISSOT C. – *Malaises mortels au travail : apports de la base Epicea. Références en santé au travail*, 2024, 180, TF 321, pp. 41-54. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TF%20321>
- Plan national de santé au travail n°4. Accessible sur : <https://travail-emploi.gouv.fr/sites/travail-emploi/files/files-spip/pdf/pst4.pdf>

ENCADRÉ 2

ENTRETIEN AVEC...

Pierre FEL, ingénieur-conseil national

Caisse nationale de l'assurance maladie (Cnam) / Direction des risques professionnels, département Prévention des risques professionnels

Le nombre des AT mortels reconnus, dont 40 % sont en lien avec des malaises*, restant toujours trop élevé, la Caisse nationale de l'Assurance maladie (Cnam) s'est emparée du sujet en lançant le programme « Prev-AT ». En tant qu'assureur, la Cnam s'engage à travers ce programme à accompagner toutes les entreprises ayant eu un sinistre mortel ou un accident grave de type « chute de hauteur ou de plain-pied », à lui apporter des conseils et de l'aide dans la recherche de causes, afin d'en tirer des éléments de prévention à mettre en œuvre.

Le programme « Prev-AT » prévoit en premier lieu la coordination des actions des enquêteurs des caisses primaires d'assurance maladie (CPAM) et des contrôleurs des caisses d'assurance retraite et de santé au travail (Carsat/Cramif/CGSS) : une seule intervention conjointe, rendant le message plus audible pour l'entreprise qui traverse une période compliquée, dès lors qu'elle est confrontée à l'accident grave ou mortel d'un de ses collaborateurs.

Dans le cas des AT mortels, toutes les entreprises reçoivent la visite des représentants de la Cnam. Enquêter sur 100 % des AT mortels impose de s'intéresser à des situations particulières, comme le télétravail. En cas de survenue de suicide à domicile, il s'agit de s'interroger sur le lien avec le travail, l'organisation de l'entreprise et la désocialisation du travail par l'isolement du travailleur en télétravail permanent. Mais il est encore trop tôt pour en tirer des conclusions stabilisées.

Pour les AT « trajet », précédemment peu investigués, la multiplicité des acteurs impliqués (région, département, commune, communauté de communes...) dans certaines causes de l'accident, et dans le déploiement d'actions de prévention « extérieures » (aménagement de voirie, piste cyclable, desserte des arrêts de bus, existence d'une crèche interentreprise, etc.), rendait difficile l'intervention des Carsat, les axes de réflexion pour prévenir les AT s'étendant bien au-delà de l'entreprise.

Pourtant, des axes de prévention sont possibles et à la main de l'entreprise, comme la réorganisation des horaires de prise de poste pour favoriser l'arrivée en transports en commun et éviter le *rush* de début de journée, la création d'un restaurant d'entreprise, des actions de sensibilisation dédiées, etc. L'analyse des AT « trajet » mortels va permettre aux entreprises de mieux intégrer ce risque dans leurs actions de prévention.

Pour les AT en lien avec un malaise (mortel ou non), l'investigation est d'autant plus difficile que la qualification dépend de l'absence de cause clairement identifiée. Les contrôleurs de sécurité des Carsat sont confrontés à des entreprises démunies face à un sinistre dont elles ne pensent pas être à l'origine. Pourtant, les analyses menées montrent déjà que le travail est rarement étranger à la survenue du malaise et que l'organisation du travail peut toujours être améliorée pour mieux prévenir ou tout du moins minimiser les conséquences souvent fatales de ces malaises. La Carsat/Cramif/CGSS va accompagner l'entreprise jusqu'à ce qu'elle atteigne un niveau socle de maturité en prévention. Pour cela, elle réalise avec elle un diagnostic de sa politique de prévention, puis encourage ses interlocuteurs dans l'entreprise à l'analyse systématique de ses AT et à la mise en place d'actions correctives, incite à la formation du personnel aux sujets de prévention et à la mise à jour du document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP).

Depuis le début du déploiement de ce programme, des informations très intéressantes ont pu être collectées sur les AT. Elles doivent permettre d'identifier des actions collectives à mettre en place, que ce soit au niveau sectoriel, géographique ou professionnel. ●

**La reconnaissance des malaises est spécifique à la France. Historiquement, les causes professionnelles des malaises n'étaient pas systématiquement recherchées, et la CPAM ne reconnaissait pas toujours le malaise en accident du travail. Mais depuis 2022, à partir du moment où les trois critères (temps, lieu et subordination à l'employeur) sont présents, le malaise est automatiquement reconnu comme un accident du travail.*

LA PRÉVENTION AU QUOTIDIEN : EXEMPLE EN ENTREPRISE

Afin de mieux prévenir les accidents du travail, l'entreprise NETPC a engagé une démarche globale autour de la santé et de la sécurité au travail depuis 2021. Cet article en présente les principaux aspects.

EMMANUELLE
GUILLAUME
Nord-Est TP-
Canalisations,
service
QSE-RSE

L'entreprise Nord-Est TP-Canalisations (Cf. Encadré), bien que très engagée dans la prévention des risques professionnels, a néanmoins enregistré, sur plusieurs années consécutives, quatre à cinq accidents du travail (AT) avec arrêt chaque année. Les victimes présentaient des entorses de la cheville ou du genou, des douleurs dans le poignet, dans l'avant-bras ou le dos, entraînant des arrêts plus ou moins longs. Les taux de gravité et taux de fréquence n'évoluaient pas, malgré des moyens croissants investis par l'entreprise dans des équipements, comme dans des formations dispensées à l'ensemble des salariés. L'entreprise a décidé d'analyser chacun de ces accidents en utilisant un logiciel spécialisé dans la gestion des risques professionnels. L'objectif était de rechercher les causes pour actionner les leviers de prévention adaptés aux situations à risques identifiées. De nombreuses réunions, associant des membres de l'encadrement et des représentants du personnel, ont permis d'analyser les AT pour en tirer des enseignements. Les accidents se produisaient indifféremment en début, en milieu ou en fin de semaine, par temps chaud comme par temps froid et sur tous types de chantiers. Les salariés victimes d'AT étaient des personnes formées à la sécurité et expérimentées dans leurs activités. Les causes étaient dues soit aux matériels, soit à l'organisation du chantier. Il a donc été décidé de repenser l'organisation. Le projet a été piloté par le service QSE et a réuni les services des ressources humaines, techniques et travaux, et a permis un travail de fond sur trois axes : les équipements électroportatifs, les supports de préparation des chantiers et la communication.

La dotation en matériel

Une dotation type de matériels a été définie par fonction et par nature du réseau sur lequel les interventions étaient menées. Un partenariat avec une société fournissant le matériel a également été mis en place. Des matériels ergonomiques (notamment avec des poignées confortables, anti-

ENCADRÉ

PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

La société Nord-Est TP-Canalisations (NETPC) a été créée en février 1996 à Châlons-en-Champagne. Spécialisée dans la pose et la réhabilitation de canalisations pour tous types de réseaux, elle appartient au secteur des travaux publics. Elle opère quotidiennement sur environ 25 chantiers dans le nord-est de la France ; pour les chantiers plus spécifiques de chauffage urbain, de forages, de pose mécanisée de réseaux et les réseaux d'hydrocarbures, ses équipes peuvent intervenir sur l'ensemble du territoire.

vibratiles et antidérapantes), adaptés aux tâches, bien équilibrés en termes de poids, avec une prise en main aisée pour les droitiers comme pour les gauchers, ont été mis à disposition des salariés. Ces outils présentent aussi des niveaux de bruit réduits et un système de réduction active, qui diminue de deux tiers le niveau de vibrations par rapport aux technologies conventionnelles. Les utilisateurs ont été formés à leur utilisation et à leur maintenance. L'ensemble du matériel étant suivi, les responsables des chantiers peuvent définir leurs besoins et la bonne adéquation des moyens avec les modes opératoires à mettre en œuvre, pour limiter toute carence organisationnelle. Les dotations sont liées à la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences. Le parc matériel évolue donc au fil des recrutements et de l'évolution professionnelle des salariés. Cette action a apporté du confort aux équipes, qui ont bénéficié d'un matériel adapté aux modes opératoires à mettre en œuvre.

Les supports de préparation des chantiers

Avec l'accompagnement de l'Organisme professionnel de prévention du BTP (OPPBTBTP), les conducteurs de travaux ont redéfini les supports de préparation des chantiers, de façon à les rendre pratiques d'uti-



lisation, compréhensibles par tous et en phase avec la réalité des conditions de travail.

Le plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS) a été simplifié et complété d'une analyse de risques par phase du chantier : balisage, terrassement, pose de canalisation, remblai, repli, etc. Dans chacune des fiches correspondantes, le conducteur de travaux définit, pour chaque phase du chantier, les différentes étapes, qui fait quoi, le matériel prévu, les matériaux et éléments à stocker, et les mesures de prévention par risque. Les conducteurs de travaux ont présenté ces supports aux chefs d'équipe et les ont accompagnés pour s'assurer de leur bonne compréhension, en les informant de la possibilité de modifier ou corriger ces fiches en cas d'évolution de l'environnement de travail entre la réalisation des analyses de risques et le démarrage du chantier.

La communication

Le développement et la généralisation de la communication autour de la prévention ont représenté sans doute le changement le plus important intervenu dans l'entreprise.

Sur les chantiers

Depuis 2023, la formalisation de la préparation et de la clôture de chantier sont systématiques. Chaque chef d'équipe doit compléter un formulaire de démarrage sur l'application dédiée. Cette étape constitue un temps d'observation préalable, qui permet une anticipation des risques du chantier, notamment en matière de déplacements au sol et en fouilles, qui sont cause de nombreux AT. Il en est de même en fin de journée, avec un formulaire de fin de chantier à remplir, qui permet de sécuriser les chantiers en l'absence des équipes, ainsi qu'une meilleure préparation et maîtrise des chantiers pour le lendemain. Les formulaires complétés sont transmis aussitôt à l'encadrement de chantier, qui suit la bonne réalisation de ces formulaires et intervient en cas d'anomalie formulée.

Six mois plus tard, a été créé, sur la même application, un formulaire dédié aux remontées du terrain. Situation dangereuse, « presque-accident », bonnes pratiques : ce formulaire, simple d'aspect et d'utilisation pratique, a pour objectif d'encourager les salariés à remonter les situations nécessitant un échange, un traitement préventif ou un partage d'expériences. Son utilisation a été généralisée en quelques mois dans l'entreprise. Les premières remontées n'étaient pas spontanées : les salariés les réalisaient à la demande des conducteurs de travaux, qui avaient eu écho d'une situation à risque. Désormais, tous les jeudis, en réunion de planning, les remontées de terrain sont étudiées et les actions à mener sont définies.

Pour l'ensemble des services

L'entreprise a également souhaité améliorer la circulation de l'information vers tous les services. Le partage d'informations était un véritable défi au sein de l'entreprise. Les équipes sont disséminées un peu partout sur le territoire : l'information n'arrivait pas à tous, ni en même temps, ni de la même qualité. Il était pourtant indispensable que la communication soit la même sur un chantier à Châlons-en-Champagne que sur un chantier à Lyon. De même, il était tout aussi indispensable que les salariés sur les chantiers reçoivent les mêmes informations que leurs collègues dans les bureaux. Les panneaux d'affichage papier n'étant pas réellement efficaces : une solution de communication interne phytale a été déployée¹. Cet outil a permis d'améliorer la communication interne de manière générale et de digitaliser le tableau d'affichage, en le rendant accessible partout et pour tous. L'ensemble des accidents et situations à risques est dorénavant communiqué par ce moyen. L'objectif n'est pas de stigmatiser la victime ou le chantier concernés par les faits, mais de partager les situations vécues et leur analyse, et de faire réagir. L'information circule également sur les accidents survenus chez les clients, co-traitants et sous-traitants, et sur l'accidentologie du personnel intérimaire.

La direction de NETPC s'est fortement mobilisée pour encourager et valoriser les remontées de terrain. Elle a aussi redéfini la finalité des « causeries sur chantiers ». Celles-ci sont destinées à communiquer sur les risques principaux liés aux activités, selon un planning défini : « *Un mois, un thème* ». Les conducteurs de travaux sont « challengés » sur la réalisation de ces causeries mensuelles et surtout sur la remontée d'informations, d'idées et de commentaires issus des échanges. L'objectif est de partager, d'échanger et de progresser ensemble autour de cas concrets, et non d'asséner des principes généraux de prévention sans efficacité, ou décorrélés des situations concrètes.

Trois ans après le déploiement de ces actions de prévention, l'entreprise a enregistré un seul accident avec arrêt de deux jours en 2024. Les remontées de terrain augmentent en quantité et en pertinence. C'est une situation très encourageante pour faire de la prévention un sujet quotidien, totalement intégré au fonctionnement de l'entreprise. ●

1. Phytale : contraction des mots « physique » et « digitale », utilisée notamment en vente/commerce/marketing : l'acheteur /utilisateur (du produit ou service) en devient l'acteur. Dans ce cas précis, il s'agit d'une application disponible pour les salariés sur différents supports de l'entreprise, qui fournit des informations montantes et descendantes : celles que la communication interne choisit d'envoyer aux salariés, et celles que chaque salarié souhaite faire remonter.

LA BASE DE DONNÉES EPICEA

Rassemblant des retours d'expériences sur les accidents du travail, la base de données Epicea est un outil géré par l'INRS, et dont un extrait est mis à la disposition des préventeurs sur Internet.

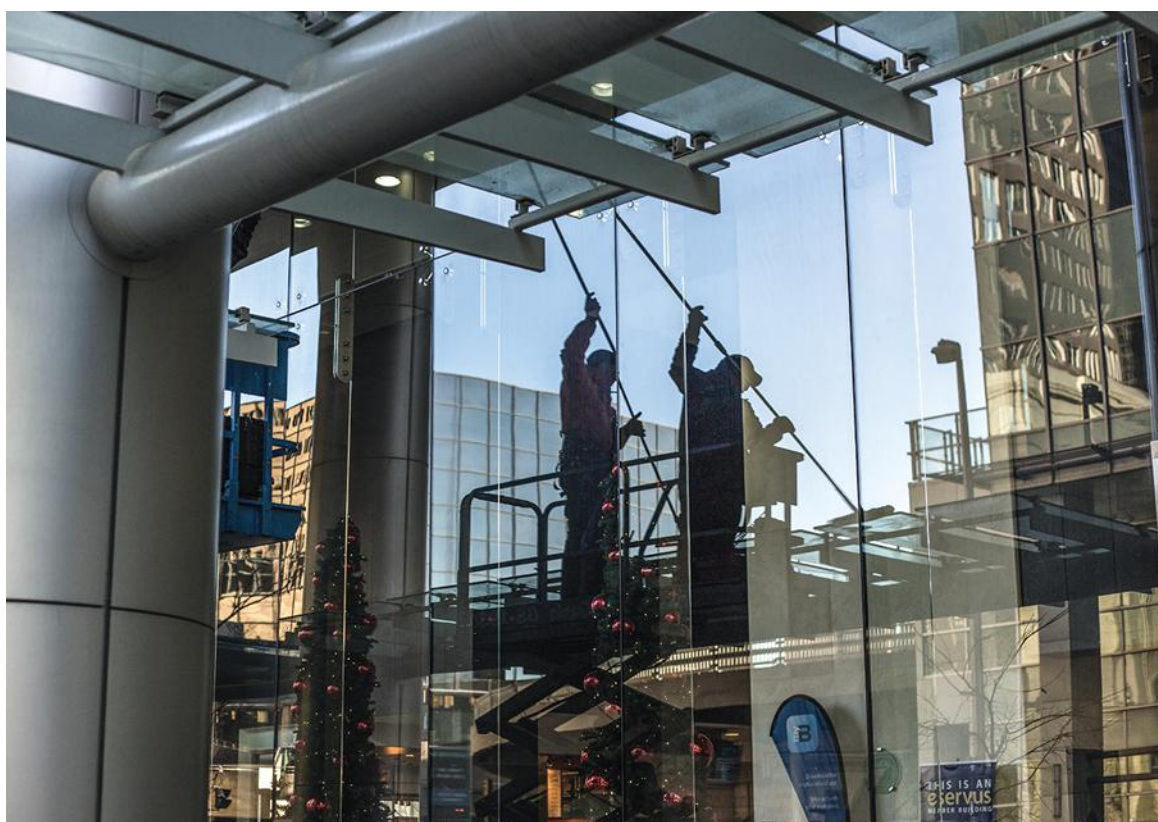
CLAIRE TISSOT
INRS,
département
Études, veille
et assistance
documentaires

L'objectif de la base de données Epicea [1], développée et gérée par l'INRS, est de collecter des analyses d'accidents du travail effectuées par les contrôleurs de sécurité des Carsat, de la Cramif et des CGSS¹. Étant donné le nombre d'accidents recensés par la Cnam (Caisse nationale de l'assurance maladie) chaque année, tous ne peuvent pas faire l'objet d'une enquête approfondie et d'une analyse. Les accidents mortels sont donc saisis en priorité, complétés par tout accident pouvant apporter des informations pertinentes pour la prévention. Ce circuit est complémentaire de celui des déclarations d'accidents du travail par l'entreprise, qui constitue la source des statistiques nationales éditées par la Cnam. L'objectif d'Epicea est de garder une trace des circonstances détaillées de l'accident. Chaque cas est décrit par 81 variables, dont les deux principales

sont le récit détaillé de l'événement, basé sur des faits et la recherche des causes sans notion de responsabilité, ainsi que les mesures prescrites par le contrôleur de sécurité pour éviter la reproduction d'un cas semblable. Les résultats de ces analyses de terrain sont ainsi archivés et mis à disposition de tous pour un partage des connaissances et de possibles analyses en matière d'accidentologie et de prévention des risques professionnels.

Alimentation de la base Epicea

Lors du signalement d'un accident du travail, le contrôleur de sécurité se rend dans l'entreprise afin de collecter toutes les données permettant l'analyse approfondie de l'événement. Ces données sont saisies pas un codificateur de la caisse régionale (Carsat, Cramif, CGSS), puis transférées pour validation à l'INRS. La mise à jour de la base de données est hebdomadaire. Jusqu'en 2023, environ



© Priscilla Du Preez



FIGURE 1 →
Le nuage
des principaux
mots recherchés
en 2024.



350 dossiers étaient saisis par an, fournissant un total d'environ 26 500 cas recensés fin 2024.

Quels types d'accidents sont analysés ?

Depuis février 2024, dans le cadre du projet de la Cnam « Connaissance des accidents graves et mortels », tous les accidents du travail mortels, quels qu'ils soient, font systématiquement l'objet d'une enquête, dont les malaises et les accidents routiers en mission, auxquels s'ajoutent les accidents de trajet (cf. Article pp. 20-24).

D'autres accidents sont également analysés dans la mesure où ils éclairent des circonstances particulières, enrichissent la connaissance des risques professionnels et améliorent la pertinence des mesures de prévention. La sélection de ces accidents est laissée à la main des caisses régionales.

Contenu de la base Epicea

Chaque fiche de la base de données correspond à un salarié accidenté (dont l'identité est anonymisée) et est structurée autour de 81 variables, couvrant quatre thématiques :

- les caractéristiques de la victime et de son employeur : âge, sexe, emploi, nationalité, type de contrat de travail, organisation des horaires ;

- la situation d'accident : activité de la victime et d'un tiers éventuel, lieu de l'accident, présence ou non d'un chantier, environnement matériel, dispositifs de prévention existants ;
- le processus de l'accident et ses conséquences : phénomène accidentel, action à l'origine des lésions, nature et siège des lésions, gravité de l'accident, causes de non-fonctionnement des protecteurs ;
- la synthèse et l'interprétation : récit circonstancié des faits, mesures de prévention prescrites par le contrôleur de sécurité, identification de facteurs d'accident (par exemple : une formation insuffisante au poste de travail, un problème de conception de machine, des conditions climatiques difficiles, des contraintes horaires, des conflits entre équipes de travail).

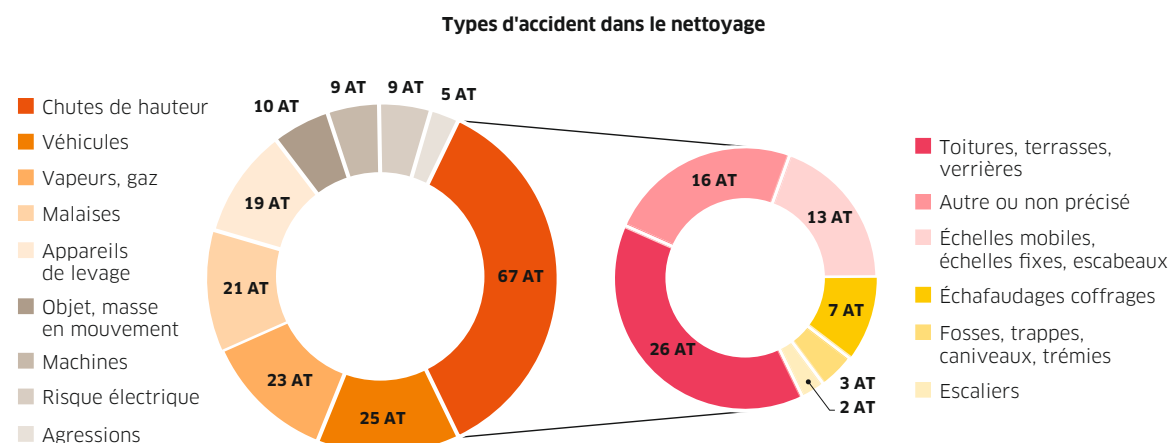
Des documents graphiques peuvent compléter un dossier, en particulier un arbre des causes, des photos ou un schéma explicatif. Que ce soient les champs texte ou les documents graphiques, toutes les données concernant l'entreprise et le salarié accidenté respectent leur anonymat.

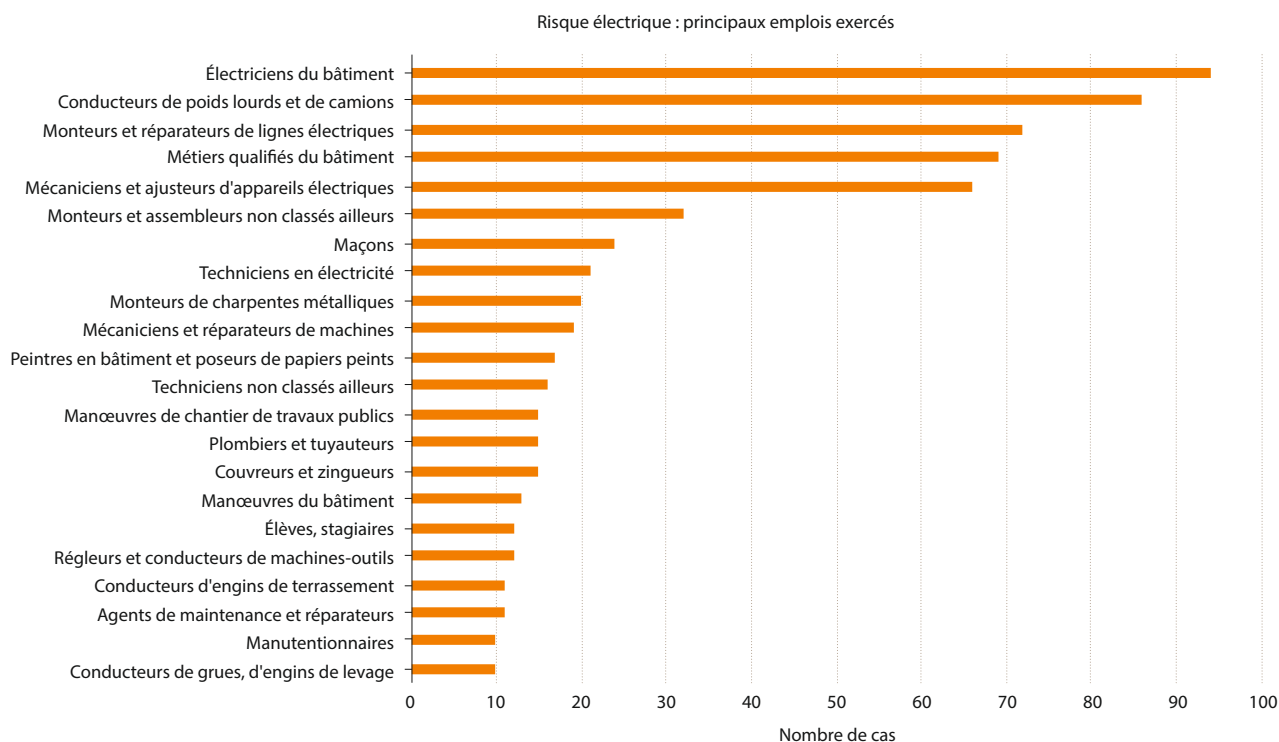
Consultation des données

L'accès aux données a progressivement été ouvert à un public extérieur à l'Assurance maladie – Risques professionnels. Depuis 2007, l'extrait « public » d'Epicea est accessible sur le site de l'INRS. Comme pour la base interne, cet extrait est mis à jour toutes les semaines. Cet extrait « public » ne conserve que les accidents survenus depuis 1990 et contient cinq variables sur les 81 d'origine : l'identifiant de l'accident, le secteur d'activité, le code APE² de l'employeur de la victime et le récit circonstancié. Les documents graphiques y sont aussi disponibles au format PDF.

À titre d'exemple, la Figure 1 présente, sous la forme d'un nuage de mots, les thèmes recherchés au moins vingt fois par les internautes en 2024, du plus fré-

FIGURE 2 →
Recherche de
types d'AT par
code APE :
exemple du
secteur du
nettoyage.





quent (taille la plus grande : « chute » avec 367 requêtes) aux moins fréquents (tailles plus petites).

Utilisations de la base de données

Les variables stockées sont de différents types et permettent des exploitations variées :

- des données numériques, comme l'âge de la victime ou l'effectif de l'entreprise ;
- des données codées selon des listes prédéfinies ;
- des données textuelles saisies en texte intégral : le récit de l'accident, les mesures prescrites.

Les deux premiers types de variables permettent la réalisation de comptages pouvant être transformés en diagrammes pour représenter visuellement des répartitions d'accidents. La base de données n'étant pas représentative statistiquement de l'ensemble des accidents du travail, c'est surtout la diversité des cas qui est à considérer plutôt que les nombres ou les pourcentages.

On peut, par exemple, dresser un inventaire des risques pour un code APE donné. Ainsi, le nettoyage courant des bâtiments (code NAF 8121Z ou code risque 747ZC ; Cf. Figure 2) recense des chutes de hauteur à partir d'une échelle, d'un escabeau ou de toitures, des accidents liés aux ascenseurs ou à des monte-charges, des accidents de la route impliquant des véhicules utilitaires ou des voitures, des intoxications au monoxyde de carbone ou à d'autres gaz, des accidents d'origine électrique, des agressions, des malaises.

Un inventaire des accidents liés à l'utilisation d'un type d'équipement de travail peut permettre éga-

lement d'identifier des dysfonctionnements de ce matériel ou des barrières matérielles insuffisantes. Par exemple, les cas survenus lors d'utilisation de hachoirs à viande montrent que les blessures proviennent d'un accès non protégé à la zone dangereuse, mais aussi d'une mise sous tension accidentelle de l'équipement. Il en résulte un contact avec des éléments tranchants qui provoquent des coupures ou des amputations de doigts ou de mains. Un autre exemple concernant le risque électrique (Cf. Figure 3) montre la diversité des équipements impliqués et des emplois des victimes. Si les installations électriques, les lignes aériennes à haute tension et les lignes souterraines sont les premiers matériels concernés, d'autres équipements relèvent de ce risque ; entre autres, les appareils d'éclairage, les appareils de mesure et de contrôle, les transformateurs, les appareils de soudage. Les grues, les échafaudages, les camions toupie ou les bétonnières interviennent dans la mesure où ils entrent en contact avec une ligne aérienne à haute tension. Ces accidents impliquent des métiers liés aux installations électriques (électriciens du bâtiment, monteurs et réparateurs de lignes électriques, mécaniciens et ajusteurs d'appareils électriques, techniciens en électricité), mais également des conducteurs de camion, des métiers qualifiés du bâtiment, des maçons, des monteurs de charpentes métalliques, des peintres en bâtiment, des plombiers, des couvreurs, etc.

Les données textuelles, quant à elles, permettent une lecture clinique de chaque cas, ainsi que des

↑ FIGURE 3
Répartition
des emplois
pour un risque :
exemple du risque
électrique.



Nettoyage
d'un atelier
dans un
abattoir.



© Gaël Kerbaol / INRS / 2025

traitements de *text-mining* (traitement d'analyse textuelle) ou d'intelligence artificielle, lorsque les collections d'accidents sont trop grandes pour permettre leur lecture complète. Les études faites à partir des données Epicea sont recensées sur le site de l'INRS [2].

Évolutions en cours

Une réflexion concernant l'alimentation et la structure de la base de données est en cours dans le but de simplifier les différents niveaux de validation, d'améliorer la dynamique de la saisie et de faciliter les requêtes lors de la consultation des données. De nouvelles directives portent également sur les types d'accident à prendre en compte. Depuis début 2024, un effort est réalisé pour saisir toutes les enquêtes d'accidents mortels. D'après les statistiques de la Cnam, les malaises représentent plus de la moitié des accidents mortels au travail chaque année. Leur nombre recensé dans Epicea a, de fait, plus que doublé au cours de l'année 2024. Une analyse des malaises mortels survenus entre 2012 et 2022 a déjà permis de préciser la nature de ces malaises mortels et d'identifier des manques quant à l'évaluation des risques et leur prévention, l'organisation des secours au sein de l'entreprise et le respect du rythme du suivi médical individuel [3]. Le même effort est poursuivi pour les accidents de trajet, ce qui permet d'élargir la prévention du

risque routier aux déplacements domicile-travail en prenant en compte les modes de transport utilisés. Des agressions, des chutes, des malaises surviennent également lors de ces trajets. Leur analyse devrait permettre des réflexions approfondies quant à leur prévention. ●

1. Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail ; Caisse régionale d'assurance maladie d'Ile-de-France ; Caisse générale de sécurité sociale (Outre-Mer).

2. Jusqu'en 2015, les codes utilisés étaient les « codes risque ».

BIBLIOGRAPHIE

- [1] INRS – Base d'études de prévention par l'informatisation des comptes rendus d'accidents (Epicea). Accessible sur : <https://www.inrs.fr/publications/bdd/epicea.html>
- [2] INRS – Base Epicea: bibliographie. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/publications/bdd/epicea/bibliographie.html#3f704ace-730f-4f32-96f5-8d20800492ba>
- [3] HACHE P., PECKET S., TISSOT C. – Malaises mortels au travail : apports de la base Epicea. *Références en santé au travail*, 2024, 180, TF 321, pp. 41-54. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TF%20321>

LES PRATIQUES DES PRÉVENTEURS D'ENTREPRISE EN MATIÈRE D'ANALYSE DES AT

L'analyse des accidents du travail (AT) est une démarche fondamentale pour comprendre les dysfonctionnements à l'origine de l'évènement, en vue d'éviter qu'un accident similaire se reproduise. Elle permet également de s'intéresser au travail réel et de recueillir des informations sur le fonctionnement de l'organisation. Cette démarche est le plus souvent portée par le préventeur, lorsqu'il existe dans l'entreprise où s'est produit l'accident. L'étude présentée ici s'intéresse à ses pratiques en la matière.

JULIE
DRÉANO
INRS,
département
Sciences
appliquées
au travail
et aux
organisations

Contexte

Le préventeur d'entreprise, qu'il se dénomme responsable QSE, technicien HSE ou encore animateur sécurité, consacre tout ou partie de son temps à la prévention des risques professionnels et occupe une place centrale dans les processus d'identification, d'analyse et de gestion des risques de son entreprise. Il collabore avec l'ensemble des acteurs internes de l'entreprise, mais aussi avec des acteurs externes, également impliqués dans la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (AT/MP), tels que le service de prévention et de santé au travail (SPST) et le service ou département Prévention de la Carsat. Il évolue dans un environnement professionnel en transformation continue (évolution des process, nouvelles exigences réglementaires, risques émergents, travail temporaire, turnover...), auquel il doit s'adapter au quotidien (connaissances, pratiques, outils, acteurs...).

Dans un contexte national de lutte contre les accidents du travail, favorisé par l'action de l'Assurance maladie – Risques professionnels et par les Plans de santé au travail successifs [1], il apparaît pertinent d'éclairer les pratiques professionnelles actuelles des préventeurs d'entreprise en matière d'analyse des accidents du travail.

Méthodologie

Cette étude a été menée au moyen de la diffusion en ligne d'un questionnaire auto-administré anonyme, avec pour objectif de réaliser une analyse descriptive du travail de prévention déclaré par les préventeurs répondants, et de leur ressenti par rapport au contexte de prévention dans lequel ils effectuent ce travail. Le questionnaire a été construit sur la base de la démarche d'analyse des accidents du travail recommandée par l'INRS [2], qui intègre les

grandes étapes clés et les bonnes pratiques en la matière. Il a été décidé d'ouvrir le questionnaire à tous les types de structures (privée, associative, publique...) et à tous les secteurs d'activité. Ainsi, « préventeur d'entreprise » est ici entendu au sens large comme un préventeur exerçant son activité en interne dans sa structure d'appartenance, qu'elle soit privée, associative, publique...

Afin de confirmer certaines hypothèses quant aux pratiques et aux difficultés auxquelles les préventeurs d'entreprise peuvent être confrontés, différentes dimensions ont été explorées :

- le ressenti du préventeur concernant l'implication des différentes parties prenantes de la structure (l'entreprise) en matière de prévention ;
- l'existence d'outils et leur mobilisation pour l'analyse des AT ;
- les difficultés quant aux suites à donner à l'analyse des AT.

Caractéristiques de l'échantillon

L'analyse statistique des résultats a été menée sur 1 748 répondants. L'échantillon est composé à parts quasi égales de femmes (56 %) et d'hommes (44 %). L'âge moyen des répondants est de 42 ans plus ou moins 10 ans. Un peu plus de la moitié des répondants (56 %) a suivi une formation initiale en lien avec la santé et la sécurité au travail (SST). Concernant leur diplôme le plus élevé, 4 % des répondants ont un diplôme inférieur au bac, 37 % ont un bac à bac +3, 41 % un bac +4/5, et 18 % sont titulaires d'un diplôme supérieur à bac +5.

En matière de statut, 40 % des répondants relèvent du statut employé/technicien/agent de maîtrise, et 60 % du statut cadre/ingénieur.

Tous les secteurs d'activité sont représentés parmi les répondants. Les principaux sont l'industrie manufacturière (28 %), l'administration publique (16 %) et



la construction (13 %) ; 69 % des répondants appartiennent à une entreprise privée et 15 % à la fonction publique territoriale.

Des organisations syndicales sont présentes dans 80 % des structures et il existe un CSE dans 91 % des structures. Par ailleurs, 34 % des répondants indiquent que leur structure dispose d'une certification au management de la SST. En matière d'effectif, les répondants appartiennent majoritairement à des structures de plus de 50 travailleurs (34 % : entre 50 et 249 travailleurs, 31 % : entre 250 et 999, et 27 % : plus de 1000). Ce seuil est celui à partir duquel un CSE avec des prérogatives plus importantes en matière de prévention des risques doit être mis en place (droit d'enquête suite à un AT, entre autres). Ainsi, une démarche de prévention commence souvent à s'organiser dans une structure au-delà de 50 travailleurs, et la fonction de préventeur y est davantage représentée à mesure que les effectifs augmentent [3].

Résultats

Les résultats présentés ici donnent des tendances en matière de pratiques déclarées par les répondants vis-à-vis de l'analyse des accidents du travail, ainsi que sur leur ressenti par rapport au

contexte de prévention dans lequel ils les mettent en œuvre.

Ressentis des préventeurs

vis-à-vis du contexte d'exercice de leur mission

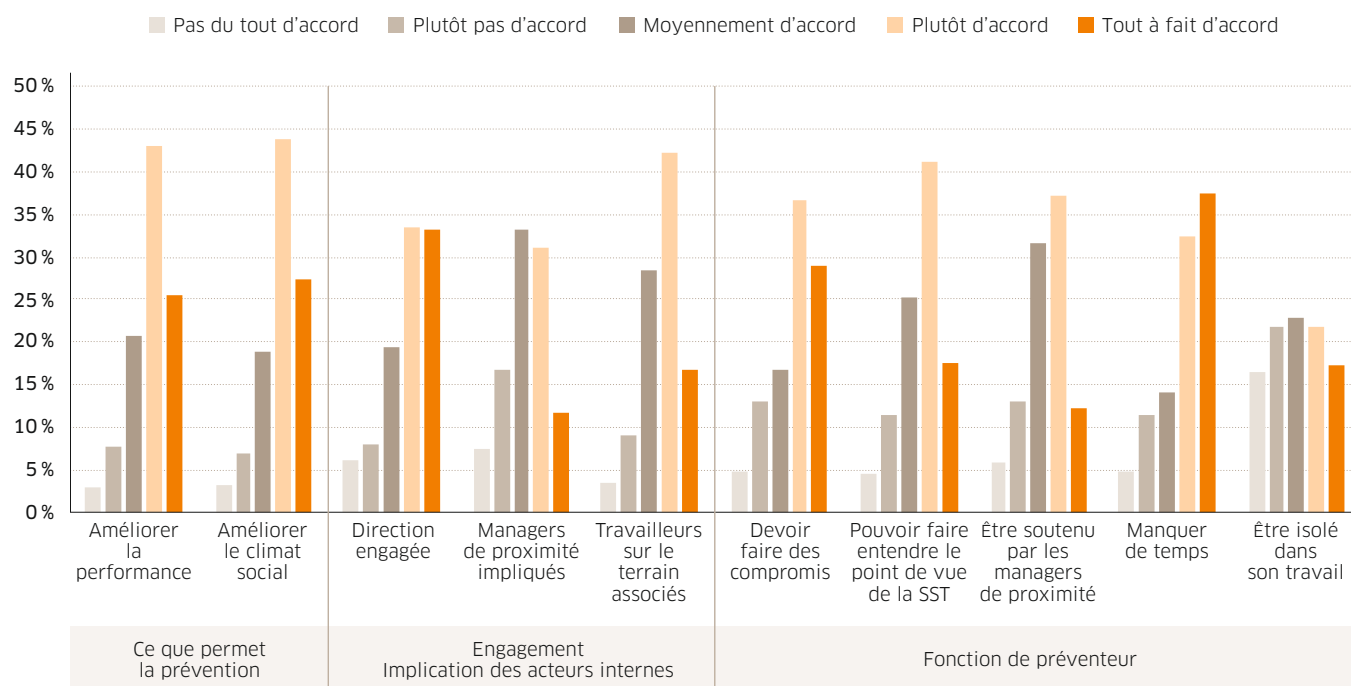
Concernant l'implication des parties prenantes de la structure, le ressenti des préventeurs vis-à-vis de l'engagement de la direction en matière de prévention est plutôt positif. Il l'est moins en ce qui concerne l'implication des managers de proximité et des travailleurs, ce qui va de pair avec un ressenti plutôt mitigé par rapport au soutien du management de proximité dans leurs missions (Cf. Figure 1).

Concernant l'exercice de leur mission, les préventeurs indiquent devoir faire des compromis vis-à-vis d'autres priorités de la structure, comme le budget, la production et les délais ; et ne pas toujours pouvoir faire entendre le point de vue de la SST. Ils déclarent majoritairement manquer de temps pour réaliser leurs différentes activités et sont intéressés pour se former sur le rôle des facteurs humains et organisationnels en prévention, ainsi que sur l'analyse de l'activité de travail. En ce qui concerne le sentiment d'isolement dans le travail, aucune tendance nette ne se dégage.

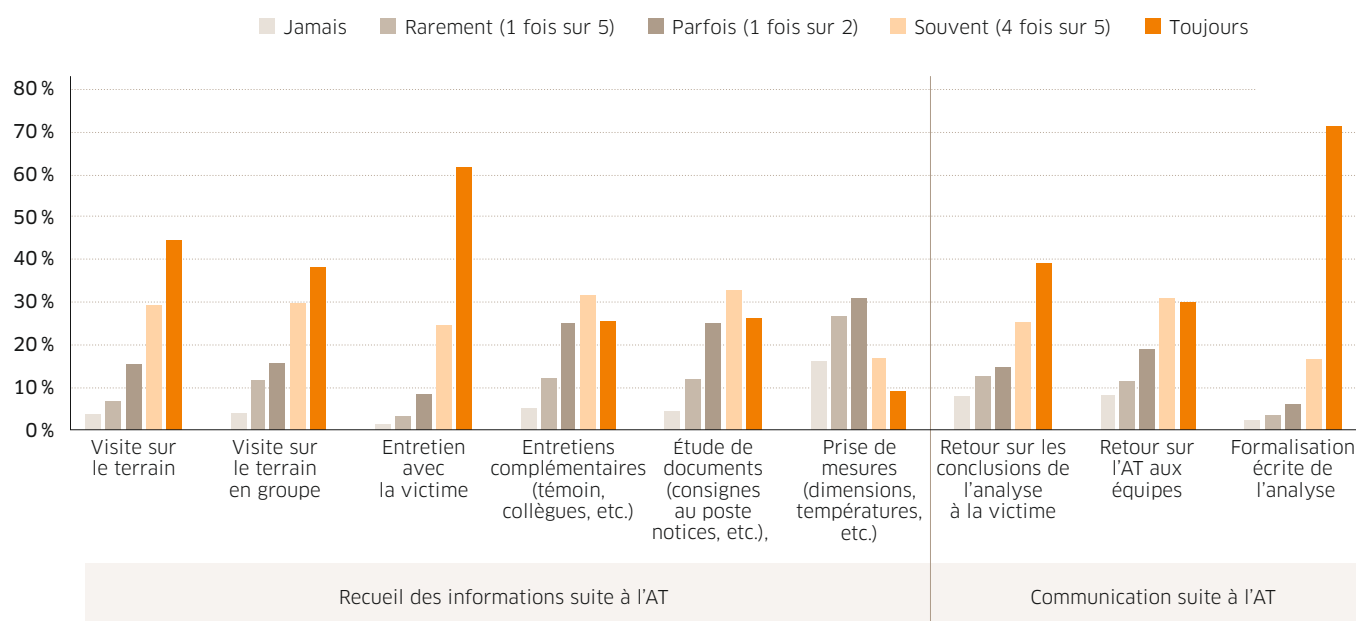
Animation, par un service QHSE interne, d'une réunion d'équipe portant sur la prévention des risques professionnels.



© Guillaume J. Plisson pour l'INRS / 2022



↑ FIGURE 1 Ressentis des préventeurs en matière de prévention.



↑ FIGURE 2 Pratiques des préventeurs en matière de recueil d'information et de communication suite à la survenue d'un accident du travail.

Pratiques déclarées en matière d'analyse des accidents du travail

Interrogés tout d'abord sur la question de la déclaration de l'AT, les préventeurs répondent majoritairement (72 %) que les travailleurs savent ce qu'ils doivent faire en cas d'AT. Parmi les répondants, 87 % déclarent l'existence d'une procédure formalisée à suivre lorsque survient un AT. Les répondants

déclarent aussi majoritairement que les travailleurs n'hésitent pas à déclarer un AT (72 %). S'ils hésitent, cela serait plutôt par crainte d'être désignés comme responsables, ou parce qu'ils méconnaissent les enjeux liés à la déclaration d'un AT (impact sur la santé à plus ou moins long terme, identification de dysfonctionnements dans l'organisation de travail, prévention de futurs accidents similaires...).



Les préventeurs considèrent majoritairement qu'il serait nécessaire d'analyser davantage les AT (76 %) ainsi que les incidents et « presque-accidents » (84 %).

En matière de pratiques, un peu plus de la moitié des préventeurs déclare que les AT sont toujours analysés (53 %) et près de 10 % indiquent qu'ils le sont rarement ou jamais. La majorité des analyses d'AT est réalisée en groupe (42 % toujours et 30 % souvent), comprenant le plus souvent le préventeur, la victime et son supérieur hiérarchique. Les autres fonctions de l'entreprise sont très rarement présentes. Et seulement 27 % des répondants indiquent que des membres du CSE/CSST sont toujours présents dans le groupe d'analyse.

Une visite sur le terrain est souvent ou toujours réalisée pour les trois quarts des répondants. Enfin, un entretien avec la victime est « toujours réalisé » pour 62 % des répondants; il n'est ainsi pas systématique (Cf. Figure 2 page précédente).

S'agissant de la méthode d'analyse, celle faisant appel à l'arbre des causes est majoritairement citée par les répondants comme étant la plus utilisée (64 %), et leur avis vis-à-vis d'elle est plutôt positif. Ils sont majoritairement d'accord avec les affirmations suivantes : méthode guidante (83 %), qui permet de questionner des causes de différentes natures (organisationnelles, techniques, humaines : 86 %), qui favorise le dialogue (82 %), qui permet d'analyser tout type d'AT (85 %), mais qui demande une formation préalable (90 %).

La majorité des analyses d'AT conduisent à l'identification d'actions correctives, mais sans que soit systématiquement identifié un responsable de mise en œuvre, ou qu'une date d'échéance soit arrêtée. Si le suivi des actions correctives est globalement fait par les deux tiers des répondants, il n'en va pas de même pour l'évaluation de ces actions (pertinence, effet...), qui est moins fréquemment réalisée. Seuls 18 % des répondants déclarent toujours évaluer les actions correctives mises en œuvre, et 24 % le faire souvent.

De même, la communication sur les conclusions de l'analyse d'accident auprès des équipes, dans un objectif de retour d'expérience, n'est pas une pratique systématique. Seuls 30 % des répondants déclarent qu'elle a toujours lieu.

L'analyse d'un AT ne fait pas systématiquement l'objet d'un écrit (compte rendu, rapport, synthèse... : 71 % ; Cf. Figure 2). Enfin, un quart des répondants déclare qu'il est difficile d'utiliser les résultats d'une analyse d'AT pour mettre à jour le document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP).

Discussion

Ces résultats descriptifs confortent certaines des hypothèses sous-jacentes à l'élaboration du questionnaire (manque de temps, utilisation préféren-

tielle de la méthode de l'arbre des causes, faible implication des instances représentatives du personnel (IRP) dans l'analyse, difficulté à articuler les analyses *a priori* et *a posteriori* des risques...), et tendent à en infirmer d'autres (faible implication de la direction en prévention, isolement du préventeur, analyses d'AT menées par le préventeur seul...).

Si, globalement, les pratiques déclarées suivent les grandes étapes clés de la démarche d'analyse des AT, elles s'en écartent sur certains points, voire présentent des lacunes.

Concernant la mobilisation d'un groupe d'analyse

Majoritairement, l'analyse des AT est menée de façon systématique et en groupe, contrairement à l'hypothèse initiale d'une analyse faite par le préventeur seul le plus souvent. En moyenne, trois personnes participent à l'analyse d'un AT. Dans la plupart des cas, il s'agit du préventeur, de la victime et du supérieur hiérarchique de celle-ci. Les autres fonctions de la structure sont peu représentées dans le groupe. Les préventeurs déclarent globalement manquer de temps pour réaliser leurs nombreuses activités de prévention. La contrainte temporelle de l'analyse d'un AT vient s'y ajouter.

On peut ainsi émettre une première hypothèse selon laquelle, dans une optique d'efficacité, le préventeur fait le choix de limiter le groupe d'analyse aux personnes impliquées au premier niveau par l'accident, qui se rendront plus disponibles car directement impactées par l'évènement.

Mais on peut aussi supposer que l'élargissement du groupe d'analyse est contrarié par l'absence d'une règle établie au sein de l'organisation pour la constitution d'un groupe d'analyse en cas de survenue d'un AT. Dans ce cas, la mobilisation des différents acteurs peut s'avérer particulièrement ardue pour le préventeur. Sans cadre organisationnel pré-établi, ces autres acteurs peuvent ne pas se sentir tenus de participer à l'analyse qui requiert, en outre, du temps pris sur leurs activités. Ils peuvent également ne pas saisir pleinement l'importance et les bénéfices d'une telle analyse, réduisant ainsi leur motivation pour s'y impliquer.

Concernant l'implication des membres des IRP

Les résultats confortent l'hypothèse d'une faible participation des membres des IRP dans l'analyse des AT, alors même que celle-ci fait partie intégrante de leurs attributions. Plusieurs éléments peuvent l'expliquer :

- un défaut d'information des IRP, qui ne seraient pas systématiquement informées de la survenue des AT en temps réel ;
- une absence de sollicitation formelle ou explicite à participer à l'analyse ;
- une délégation tacite au préventeur du rôle d'analyse ;

- une implication sélective des IRP, qui ne s'engageraient que dans l'analyse des AT graves ou mortels.

Concernant les méthodes d'analyse mobilisées

En matière de méthode d'analyse des AT, la méthode de l'arbre des causes est largement utilisée par les préventeurs comme attendu, loin devant les méthodes « des 5 Pourquoi », « ITaMaMi » ou « diagramme d'Ishikawa » (Cf. pp. 36-37). La réputation de la méthode de l'arbre des causes comme outil permettant d'identifier de manière systématique et systémique les causes profondes d'un AT constitue probablement un facteur clé de sa crédibilité et donc de son utilisation. Cette reconnaissance renforce la validité perçue des résultats de l'analyse, offrant ainsi une assurance de rigueur et d'efficacité dans le processus d'investigation.

Concernant les actions correctives identifiées

En ce qui concerne les actions correctives suite à un AT, leur identification ne s'accompagne pas toujours de l'attribution d'un responsable de mise en œuvre ni de la fixation d'une date d'échéance. On peut émettre l'hypothèse que la mise en œuvre des actions correctives est sans doute souvent prise en charge par le préventeur dans le cadre de ses responsabilités quotidiennes. De ce fait, elle peut ne pas faire l'objet d'une formalisation spécifique, car considérée comme partie intégrante de ses activités régulières. Se pose alors la question du rôle des autres acteurs de la structure en matière de prévention, ainsi que du suivi des actions réalisées.

Concernant le processus d'analyse des AT

Les résultats mettent en lumière certaines lacunes dans les phases qui suivent l'identification d'actions correctives. Les phases de suivi, d'évaluation des actions et de retour d'expérience semblent souvent négligées dans les pratiques déclarées par les répondants, alors même qu'elles sont indispensables au processus [4].

Plusieurs hypothèses sont proposées pour expliquer cet état de fait :

- le suivi des actions est rendu difficile par leur absence de formalisation ;
- l'établissement d'indicateurs pertinents pour mesurer l'efficacité des actions correctives n'est pas aisé ;
- l'évaluation des actions nécessite d'aller sur le terrain, de rencontrer les salariés, ce qui prend du temps et peut être difficile à concilier avec les autres activités de la structure ;
- la démarche d'analyse d'un AT peut être considérée comme achevée une fois les actions correctives définies, négligeant ainsi son potentiel d'apprentissage organisationnel.

Il apparaît donc crucial de rappeler que l'intérêt principal de la démarche d'analyse des AT réside dans sa capacité à révéler le fonctionnement réel de l'organisation et à combler les failles identifiées lors de l'analyse [5-8]. Pour ce faire, la direction et l'encadrement doivent être convaincus de cet intérêt afin que le préventeur ait les moyens d'agir.

Suites à donner

L'approche quantitative par questionnaire permet de dresser un premier panorama descriptif des pratiques et ressentis déclarés par les préventeurs répondants en matière d'analyse des AT. Les résultats confortent certaines hypothèses de départ, mais appellent également des précisions et de nouvelles questions. Afin d'y répondre, une approche qualitative sur le terrain va être réalisée. Elle aura pour objectif de caractériser de façon plus approfondie les ressentis et les pratiques professionnelles des préventeurs d'entreprise en matière d'analyse des AT, et d'affiner la compréhension des facteurs qui les favorisent ou les freinent.

L'objectif est, *in fine*, de mettre à disposition des préventeurs et des employeurs des connaissances et des outils qui favorisent la démarche d'analyse des AT, adaptés à leur réalité du terrain et à leurs besoins. ●

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **MINISTÈRE DU TRAVAIL** – 4^e Plan national de santé au travail (2021-2025). Accessible sur : <https://travail-emploi.gouv.fr/sites/travail-emploi/files/files-spip/pdf/pst4.pdf>
- [2] **INRS** – Analyser les accidents du travail et agir pour leur prévention. ED 6481, 2024. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206481>
- [3] **LAINE P., MALENFER M.** – Dossier : Petites entreprises : quelles solutions pour la prévention des risques ? *Hygiène & sécurité du travail*, 2014, 234, DO 4, pp. 20-42. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=DO%204>
- [4] **PRAT T., GAUTHIER F.** – Étude des pratiques relatives à l'enquête et à l'analyse des accidents dans treize établissements québécois. *Travail & santé (Québec)*, 2009, 25, 2, pp. 25-31.
- [5] **KLETZ T.A.** – Accident investigation: missed opportunities. *Components of system safety*, 2002, pp. 3-15.
- [6] **LEPLAT J., CUNY X.** – *Les accidents du travail*. Presses universitaires de France, coll. Que Sais-je ?, 1974.
- [7] **JORGENSEN K.** – A systematic use of information from accidents as a basis of prevention activities. *Safety science*, 2008, 46, 2, pp. 164-175.
- [8] **DODSHON P., HASSALL M.E.** – Practitioners' perspectives on incident investigations. *Safety science*, 2017, 93, pp. 187-198.



FOCUS SUR... Quelle utilisation de l'analyse des accidents du travail ? Exemple dans le secteur de la restauration collective

Le secteur de la restauration collective a développé des outils adaptés aux entreprises et à leurs contextes d'activité pour la prévention des accidents du travail. Le point avec deux acteurs importants : les groupes Sodexo et Elior.

Le secteur de la restauration collective¹ a depuis de nombreuses années été mobilisé sur le sujet de la santé et la sécurité au travail (SST). La volonté et la mobilisation des directions générales et l'implication des opérateurs ont eu un impact sur la sinistralité dans le secteur. Certaines entreprises ont vu le nombre de leurs AT divisé par 6 en 10 ans. Elles restent néanmoins confrontées à un turnover important, et les AT y demeurent trop nombreux. L'hygiène est au cœur des priorités de chaque salarié, souvent au détriment de la sécurité. Dans ce contexte, les directions des entreprises du secteur interrogées ont décidé de renforcer leur engagement en prévention et de développer la culture en SST.

Un axe de travail a consisté à rendre les managers de terrain autonomes dans l'analyse des AT. Ils ont été formés aux procédures internes de déclaration et à la collecte des faits, puis à l'analyse de l'AT pour pouvoir proposer des actions correctives. Différentes méthodes d'analyse sont couramment utilisées² :

- l'arbre des causes, méthode aboutissant à un recueil de faits retraçant le processus de survenue de l'accident ;
- l'approche « ITaMaMi », qui permet de classer les causes selon différentes catégories (matériel, moyens, organisation, formation, etc.) ;
- les « 5 Pourquoi », qui mènent souvent à une seule « cause racine ». Cette méthode est limitante dans l'identification des causes de l'AT ; en contrepartie,



© Vincent Nguyen pour l'INRS / 2021

elle est accessible au plus grand nombre, ce qui la rend plus facile à partager.

Des guides sont proposés aux managers de terrain pour les accompagner dans la réalisation d'une analyse la plus pertinente possible. Une entreprise a par exemple créé des fiches standardisées pour guider le manager dans la recherche des causes et dans la proposition des mesures de prévention, autour de « filets de sécurité » (EVRP, procédure, matériel, EPI, formation...). Cette auto-évaluation permet d'identifier ce qui a dysfonctionné, notamment dans l'organisation du travail, lors de la survenue de l'AT. Parfois aidé par un préventeur de l'entreprise, parfois accompagné par un membre de la CSSCT ou du CSE, le manager de proximité réalise toujours l'analyse sur site. Suivant la gravité de l'accident, d'autres acteurs peuvent être impliqués.

Lorsque l'activité de restauration est directement effectuée chez le client utilisateur, et qu'un accident a lieu, un représentant du client peut être présent lors de l'analyse. Cette participation à l'analyse permet d'associer le client aux actions correctives à mettre en place, et aussi de comprendre le travail réel correspondant au service qui lui est rendu.

Quand l'analyse est réalisée et que les actions sont définies, les entreprises interrogées font le lien entre l'analyse des AT et les documents réglementaires encadrant la prévention des risques professionnels :

- la consultation et la mise à jour du document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP) : suite à l'analyse de l'AT, le manager de l'entreprise de restauration peut être force de proposition pour mettre à jour le DUERP afin d'y ajouter un risque qui n'avait pas été identifié, de revoir une cotation, ou d'y faire apparaître les nouvelles mesures de prévention décidées. La sinistralité est également étudiée par les instances représentatives du personnel : ainsi, quand la CSSCT ou le CSE a été associé à l'analyse de l'AT, une culture commune de prévention se renforce, facilitant l'appropriation et donc la mise en œuvre des actions de prévention choisies ;
- la consultation du plan de prévention (PDP³) pour une éventuelle mise à jour : quand un nouveau contrat est signé, le préventeur de l'entreprise de restauration collective intervient sur le site de l'entreprise utilisatrice (le client) et réalise, conjointement avec elle, l'évaluation des risques professionnels pour les salariés de son entreprise. Il aide également à la prise en compte dans le PDP des risques liés à la coactivité. Y sont définies les mesures de prévention prévues. Parfois, les relations contractuelles peuvent tendre les négociations sur les aménagements relatifs à la SST demandés, mais les questions sur la santé et la sécurité au travail sont de plus en plus présentes dans les échanges. Il est courant que l'entreprise de restauration collective soit amenée à

proposer sa trame de PDP, spécifique à son secteur et à ses risques, car l'entreprise utilisatrice ne les connaît pas. La trame du PDP sectoriel permet alors de balayer tous les risques du secteur. Suite à un AT, la relecture du PDP permet de pointer la différence entre le travail réel et le travail prescrit, et les risques estimés *a priori* ;

- les entreprises créent également des « événements » autour de l'AT. De telles actions encouragent le développement d'une « culture de sécurité⁴ » au sein de l'entreprise (quarts d'heure sécurité, sessions de 45 minutes de sensibilisation des encadrants de proximité invités par métier/par thème, comme le risque routier, le DUERP, la sécurité lors des opérations de chargement/déchargement...). En incitant à la remontée d'informations relatives à la sécurité, ces actions permettent le partage d'expériences et d'idées, pour que chaque salarié intègre l'intérêt de la prévention pour lui et pour les autres.

Au fil des années, la prévention est devenue une valeur clé des entreprises interrogées et s'est intégrée dans le fonctionnement quotidien de tous. Dans un secteur de services qui a pour particularité d'intervenir sur du long terme chez des clients, les entreprises de restauration collective sont liées à leur client par un contrat dans lequel le sujet de la prévention des risques professionnels est partagé, notamment lors de l'élaboration d'un plan de prévention pour des activités courantes. Ces éléments contribuent à alimenter le DUERP des entreprises interrogées, et l'analyse des AT a toute sa place dans le processus d'amélioration continue de la prévention. ●

1. Il s'agit d'une activité de service veillant à proposer des repas hors domicile. On peut distinguer trois activités dans le secteur de la restauration collective : l'enseignement, qui comprend les cantines scolaires et la restauration universitaire ; le secteur de la santé et du social, comprenant les établissements hospitaliers, pénitenciers, les maisons de retraite, etc. ; et le monde de l'entreprise, qui comprend la restauration d'entreprise et des administrations. La prestation de préparation des repas peut être réalisée en cuisine centrale, puis livrée au client, ou directement dans les locaux de la structure utilisatrice.

2. Voir notamment : <https://www.inrs.fr/demarche/analyse-accidents-travail/ce-qu-il-faut-retenir.html> ; <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206163> ; et : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil82>

3. Lorsque l'entreprise de restauration est chargée de la préparation des repas directement dans l'entreprise cliente, sur le plan de la santé et sécurité au travail, le prestataire de restauration (dit entreprise extérieure) et l'entreprise utilisatrice du service (le client) doivent être liés par un plan de prévention (PDP). Un PDP est un document d'évaluation et de prévention des risques réalisé lorsqu'une ou plusieurs entreprises extérieures doivent intervenir au sein d'une entreprise utilisatrice, et qu'il y a donc coactivité entre les collaborateurs des différentes entreprises.

4. Il s'agit du terme utilisé dans ce secteur d'activité ; le réseau Prévention et le PNST n° 4 mentionnent la nécessité de développer une « culture de prévention » au sein des entreprises.

LES MALAISES MORTELS AU TRAVAIL : QUELS LIENS AVEC LE TRAVAIL ? COMMENT LES PRÉVENIR ?

Les malaises mortels au travail ne sont pas nécessairement intégrés au même niveau que les autres accidents du travail par les entreprises. Cet article fait le point sur leurs liens avec le travail et les moyens de les prévenir.

CAROLE MORNEAU
Cramif,
conseiller
médical

La question du lien entre la survenue d'un malaise mortel au travail et le travail lui-même est une étape importante de l'analyse de ces accidents. Le malaise mortel n'est pas forcément intégré au même niveau que les autres accidents du travail (AT) par les entreprises. Si aucune cause externe évidente n'est identifiée, si la victime était connue pour avoir une pathologie, elle-même source d'accidents potentiellement mortels (pathologie coronarienne à l'origine d'infarctus du myocarde, épilepsie avec déclenchement d'une crise épileptique, etc.), ou si les conditions de travail ce jour-là sont jugées tout à fait normales et habituelles, les entreprises peuvent estimer spontanément que le contexte du travail est totalement étranger à la survenue du malaise et qu'il n'est donc pas nécessaire de conduire une enquête. Or, à la différence d'une chute mortelle d'un toit, d'un ensevelissement..., les causes ou facteurs de risque en lien avec le travail impliqués dans la survenue de malaises mortels sont difficiles à repérer d'emblée ; seule une enquête rigoureuse peut permettre de mettre en évidence ces facteurs potentiellement en cause et d'orienter alors les mesures de prévention indispensables à mettre en place pour éviter la survenue d'un nouvel accident du même type.

Une sinistralité élevée

Les AT mortels en France sont largement mis en avant ces dernières années. Le slogan « Deux accidents de travail mortels par jour en France ! » a fait la Une de nombreux journaux dans la presse spécialisée et grand public ou sur les écrans de télévision. Un premier Plan pour la prévention des accidents graves et mortels a été lancé en 2022 par le ministère du Travail [1], plusieurs campagnes nationales de sensibilisation pour les entreprises, les salariés et le grand public ont été diffusées. La prévention

de ces accidents constitue une priorité du 4^e Plan national de santé au travail (PST 4, 2021-2025) [2]. Les chiffres de sinistralité collectés par la Cnam (Caisse nationale d'assurance maladie) mettent en évidence la part importante qu'occupent les malaises au sein des AT mortels (salariés relevant du régime général) : plus de la moitié de ces décès sont la conséquence de malaises, voire les deux tiers en Île-de-France. En augmentation constante, ils représentent aujourd'hui quasiment 450 accidents mortels par an en France (Cf. Figure 1 et Encadré 1).

Pourquoi plusieurs enquêtes sont-elles menées dans le cadre des accidents mortels ?

Dans le cadre d'un accident mortel survenant sur le lieu de travail, y compris un malaise mortel, différents acteurs interviennent, et diligents leur enquête (Cf. Figure 2). Chacune de ces enquêtes présente des objectifs spécifiques :

- **La police judiciaire** (gendarmerie en zone rurale ou police nationale en ville) travaillant sous l'autorité du parquet, donc du procureur de la République, mène une **enquête judiciaire** dans le but de clarifier les faits et le contexte de l'événement, de comprendre les circonstances de l'accident, d'établir l'existence d'infractions, de déterminer les responsabilités éventuelles, de rechercher une éventuelle cause criminelle. Cela doit permettre ainsi au procureur de la République d'apprécier l'opportunité d'engager des poursuites pénales.
- **L'inspection du travail** (Direction régionale de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités – Dreet) diligente une **enquête en recherche de responsabilité** en lien avec le Code du travail afin d'établir les causes de l'accident, de recueillir des témoignages et des constats matériels pour collecter des preuves, de constater d'éventuelles infractions de l'employeur au Code du travail,

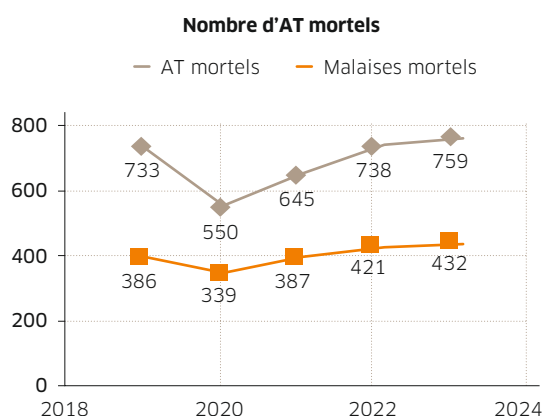
d'identifier les défaillances éventuelles (manquements aux règles de sécurité et aux normes en vigueur...), de proposer des mesures correctrices, d'informer si besoin les autorités compétentes (ex : procureur de la République, ce qui peut entraîner des poursuites judiciaires contre l'employeur responsable).

• L'Assurance maladie :

- la caisse primaire d'assurance maladie (CPAM) ou la CGSS¹ **enquête pour : déterminer le caractère professionnel** de l'accident en vue de sa reconnaissance éventuelle au titre de la législation sur les accidents du travail ; **rechercher l'implication éventuelle de tiers** ;
- la caisse régionale (Carsat/Cramif/CGSS/CSS¹) enquête dans un but de prévention des accidents du travail pour : **rechercher des facteurs de risque** relevant du travail ayant pu contribuer à la survenue de l'accident, conseiller ensuite l'employeur et l'inviter « à prendre toutes mesures justifiées de prévention » (article L. 422-4 du Code de la Sécurité sociale) ;
- alors que les malaises mortels étaient peu explorés jusqu'à récemment par le réseau des préventeurs de l'Assurance maladie, la Cnam demande désormais aux CPAM et aux Carsat/Cramif/CGSS/CSS de conduire systématiquement et conjointement une enquête après tout malaise mortel survenu au travail, comme après tout autre AT mortel (Cf. Figure 3).

- L'entreprise elle-même doit mener une **enquête interne**, dans le but de **repérer les facteurs de risque professionnels** et de **mettre en place des actions correctives** afin que l'AT ne se reproduise pas. Elle s'appuie pour cela sur ses ressources internes : préventeurs, membres du CSE... Elle peut aussi demander conseil à son service de prévention et santé au travail et à la Carsat dont elle dépend.

Dans le cas particulier des malaises mortels et quel que soit le contexte, seules des enquêtes sys-

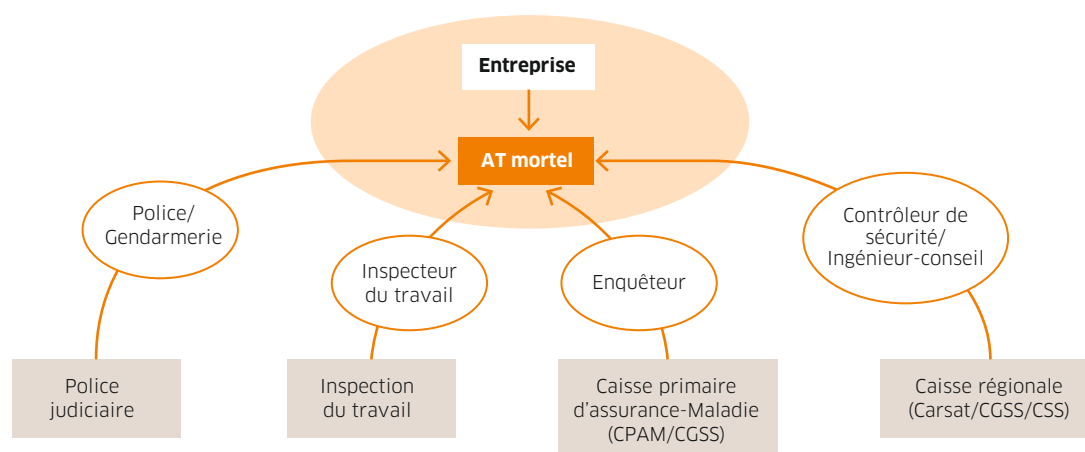


← **FIGURE 1**
Évolution du nombre d'AT mortels et part des malaises (2019-2023 ; données Cnam).

ENCADRÉ 1 À SAVOIR

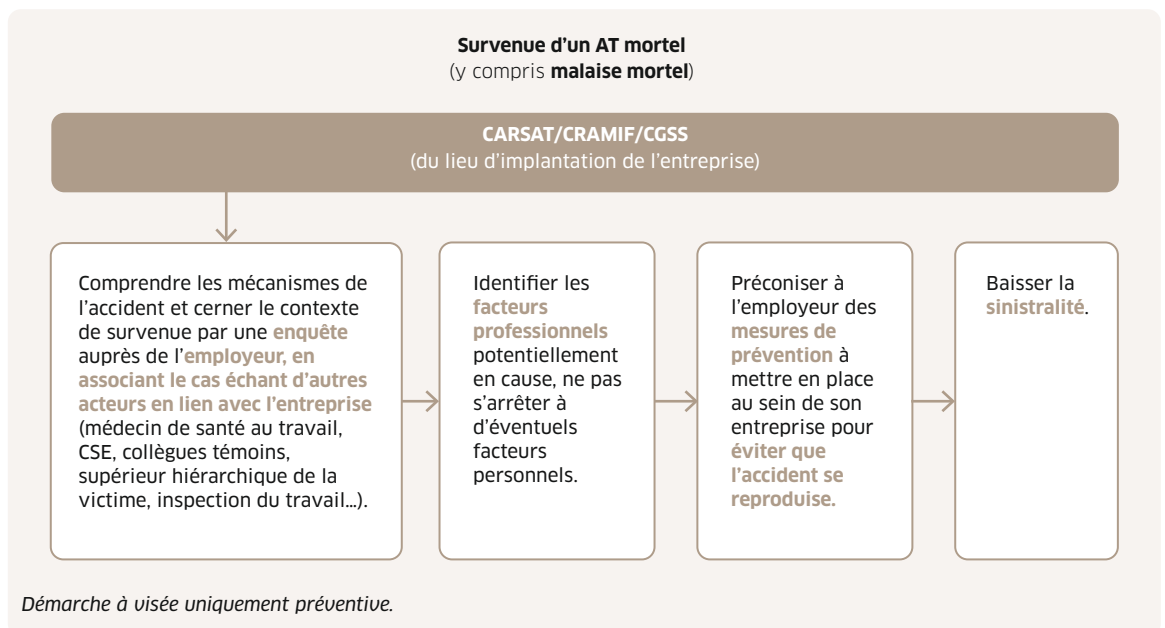
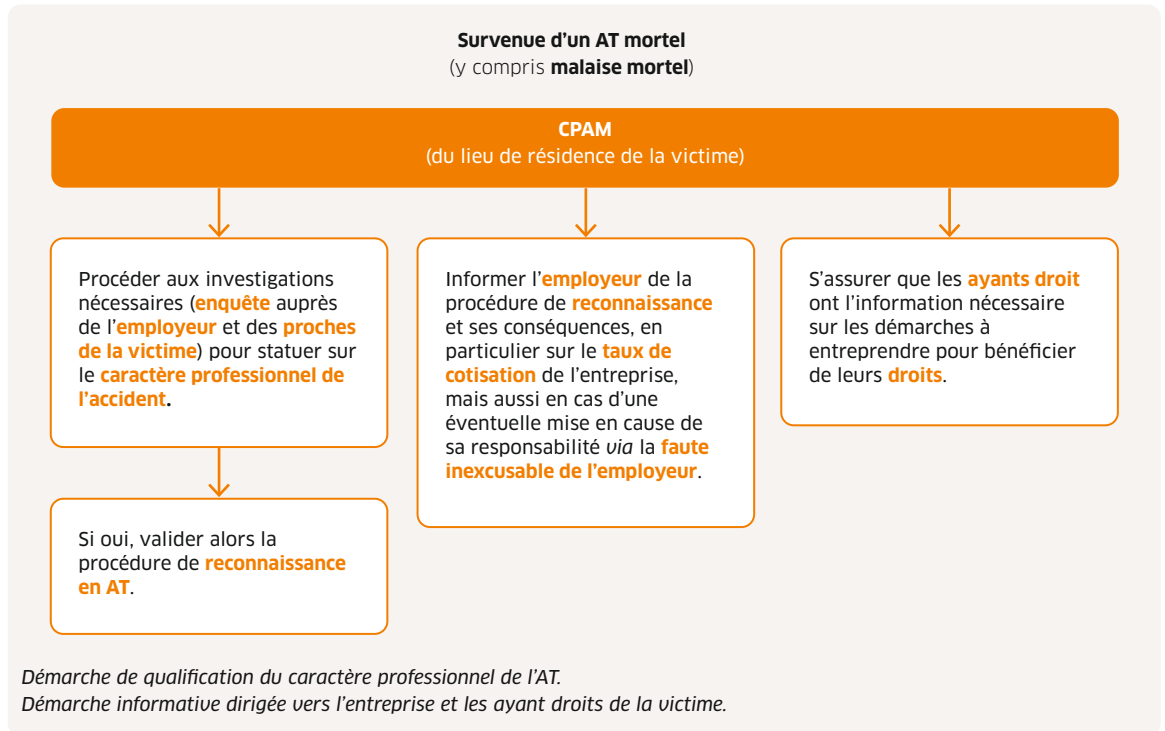
Les malaises mortels au travail sont systématiquement reconnus comme AT depuis 2019, dès lors que les trois conditions définissant un AT sont respectées [3] : « accident survenu en temps et au lieu du travail, et alors que le salarié était sous la subordination de son employeur ». Cette position est confirmée régulièrement et très clairement par la Cour de cassation.

tématiques peuvent permettre de comprendre les mécanismes en jeu, d'identifier, quand il y en a, des facteurs professionnels impliqués dans la survenue du malaise, et ainsi de déboucher sur des préconisations de prévention pertinentes à mettre en place par l'employeur. Le réseau de l'Assurance maladie – Risques professionnels peut aider les entreprises dans ce contexte, en proposant des outils, un accompagnement et un suivi. Le but de cette démarche est bien sûr, à terme, de faire baisser la sinistralité.



← **FIGURE 2**
Les différentes enquêtes menées à la suite d'un AT mortel (institutions et acteurs).

FIGURE 3 →
Les objectifs des
enquêtes menées
par l'Assurance
maladie
après la survenue
d'un AT mortel.



Malaise mortel au travail : de quoi s'agit-il ?

Le mot « malaise » est un terme générique pour lequel il existe de nombreuses définitions, évoquant la notion de trouble de la conscience ou de la vigilance [4], en lien avec une problématique cardiovasculaire ou neurologique, sans qu'il corresponde à une pathologie déterminée. La gravité en est variable.

Sur le plan pathogénique, les contextes les plus

fréquents de malaise mortel correspondent à la survenue d'un accident cardiovasculaire : accident vasculaire cérébral (AVC), infarctus du myocarde, embolie pulmonaire, rupture d'anévrisme, choc cardiogénique... Les malaises mortels peuvent aussi être la conséquence d'une insuffisance respiratoire (par asphyxie, intoxication ou choc anaphylactique), d'une hémorragie, d'une déshydratation... (Cf. Encadré 2).

ENCADRÉ 2

QUESTIONS – RÉPONSES

• L'autopsie a-t-elle un intérêt dans le cadre de l'enquête post-malaise mortel ?

> *En pratique, il n'est pas utile, le plus souvent, de rechercher la pathologie (via l'autopsie) ayant mené au décès*, car ceci ne permettra pas de remonter de manière certaine à la cause initiale ayant provoqué le malaise. Un accident cardiovasculaire pouvant être dû à diverses causes, seule l'enquête professionnelle permettra d'identifier le ou les

facteurs professionnels ayant pu jouer un rôle dans la survenue du malaise. Aujourd'hui, les autopsies ne sont plus demandées par l'Assurance maladie dans le contexte des AT mortels.

• Si la victime était connue pour avoir eu antérieurement des problèmes de santé et si elle fait un malaise mortel lié à ces problèmes de santé : ce malaise est-il un AT ?

> *Oui, si les trois conditions de reconnaissance en AT sont réunies,*

d'autant plus qu'en cas de pathologie pré-existante, les facteurs professionnels peuvent « facilement » provoquer un malaise. Ces situations soulèvent fréquemment des objections de la part des entreprises, mais la jurisprudence prévaut. Charge sinon à l'employeur de démontrer de façon irréfutable que le travail n'a pu jouer aucun rôle dans la survenue du malaise.

Quelles causes rechercher ?

Comment conduire l'enquête de prévention ?

Rigueur et méthode sont nécessaires pour rechercher, en les évaluant, les différents facteurs déclencheurs potentiels

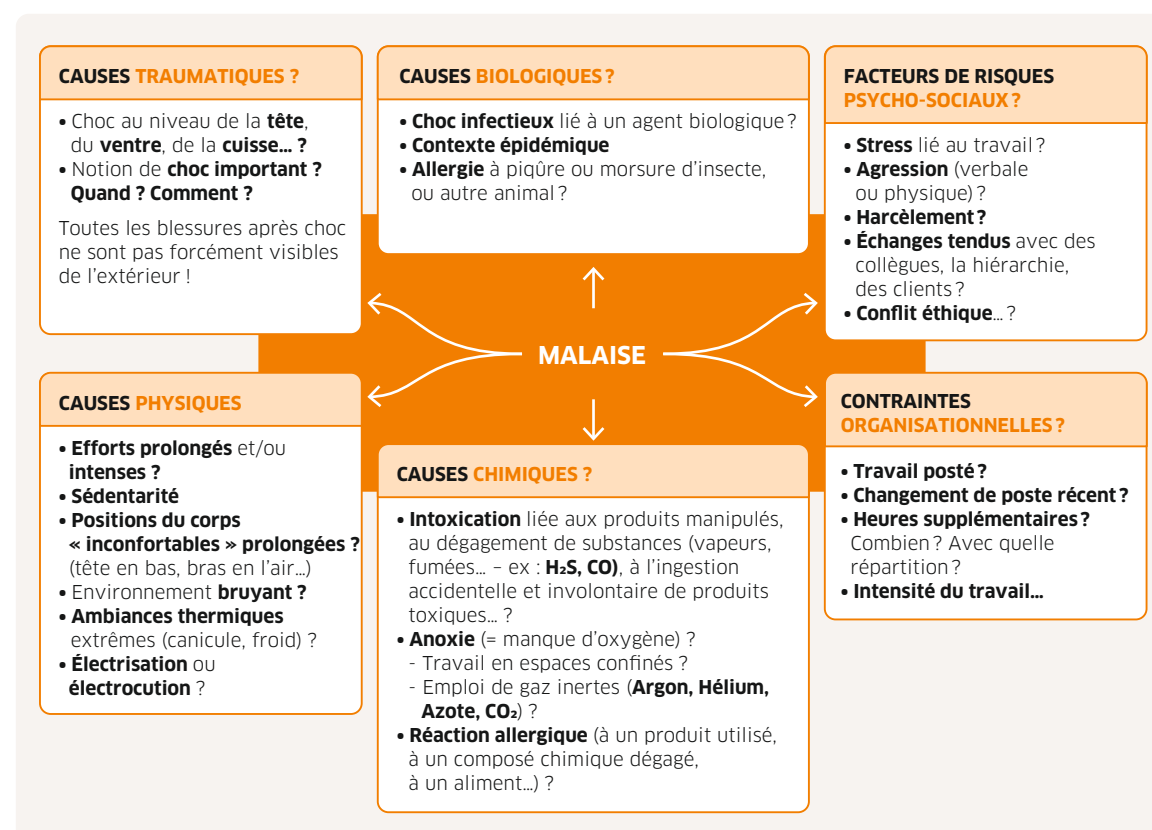
Dans le cadre du travail, les malaises mortels surviennent dans des contextes très divers.

De multiples causes, liées au travail et/ou à un état pathologique préexistant chez le salarié, peuvent entraîner ou favoriser la survenue d'un malaise

mortel. Celles-ci peuvent coexister. Ce sont exclusivement les facteurs liés au travail que l'enquête des caisses régionales et celle menée par l'entreprise elle-même doivent chercher à repérer.

Il en existe six grandes classes : causes traumatiques, physiques, chimiques ou biologiques, contraintes organisationnelles et facteurs de risque psychosociaux (Cf. Figure 4).

La notion de **choc** qu'aurait subi la victime doit être recherchée, en amont du malaise survenu,



← FIGURE 4
Quelles causes en lien avec le travail rechercher dans le déclenchement d'un malaise mortel ?



ENCADRÉ 3

NE PAS CONFONDRE SÉDENTARITÉ ET INACTIVITÉ PHYSIQUE

Si l'*inactivité physique* fait référence à un manque ou une absence d'exercice ou d'activité physique (pour rappel, l'Organisation mondiale de la santé recommande une activité physique minimale d'au moins 150 minutes d'activité d'endurance d'intensité modérée ou 75 minutes d'activité d'endurance d'intensité soutenue par semaine chez l'adulte de 18 à 64 ans [7]), la *sédentarité* se réfère au temps passé en position assise ou allongée pendant les périodes d'éveil, ou à des activités de faible dépense énergétique (comme regarder la télévision, travailler à un bureau, lire, etc.).

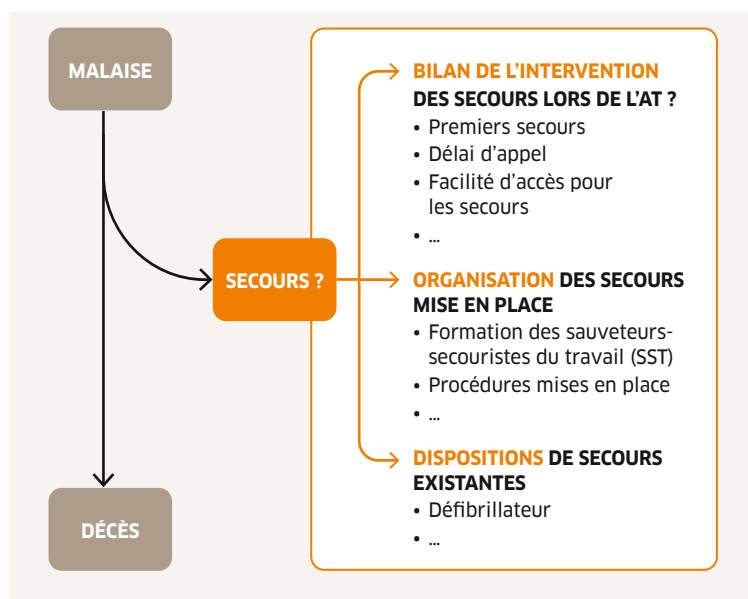
Un salarié peut donc à la fois être actif physiquement et sédentaire si, par exemple, il fait une séance de sport d'une heure dans la journée, mais passe le reste du temps assis.

juste avant celui-ci voire plusieurs heures avant (jusqu'à environ 48 heures) : si le choc entraîne un saignement interne (non visible de l'extérieur), celui-ci peut se constituer lentement et n'entraîner des signes qu'au bout d'un certain délai. Un choc à la tête est particulièrement à surveiller, ainsi qu'un choc au niveau du ventre, s'il entraîne une rupture de la rate.

Parmi les **causes physiques**, il faut noter les éléments suivants :

- si la canicule est désormais reconnue comme facteur de risque de malaise, il ne faut pas négliger à l'inverse les températures basses qui, elles aussi, peuvent être dangereuses. L'homme est relativement bien armé pour lutter contre la chaleur, mais sa résistance au froid est faible [5] ;

↓ FIGURE 5
Quelles causes en lien avec l'organisation des secours et la survenue du décès ?



- la sédentarité [6] est désormais clairement associée à de nombreux effets sur la santé et représente un facteur de risque reconnu de pathologie cardiovasculaire (Cf. Encadré 3) ;

- lorsqu'elles bloquent ou ralentissent la circulation sanguine, certaines positions du corps (tête en bas, bras en l'air, corps suspendu dans un baidrier...) peuvent entraîner un malaise.

Si les **intoxications chimiques** sont le plus souvent rapidement identifiées dans certains contextes d'accidents mortels (comme des intoxications au monoxyde de carbone, liées à l'usage d'un engin à moteur thermique dans un espace non ventilé), la cause chimique à l'origine d'un malaise mortel n'est cependant pas toujours retrouvée de façon évidente : il est donc important d'évoquer cette possibilité dans la recherche de causes potentielles.

Au sein des causes chimiques, il convient de ne pas oublier le **choc anaphylactique**, la plus grave des réactions allergiques : il s'agit là d'une réaction exacerbée et violente, pouvant engager le pronostic vital, qui peut être due à un produit utilisé (produit chimique mais aussi tout matériau utilisé, tel un gant en latex naturel) ou inhalé...

Parmi les **causes biologiques** « classiquement » retrouvées à l'origine de malaises mortels figurent les piqûres d'insectes (guêpes, frelons...) : elles peuvent en effet provoquer des chocs anaphylactiques mortels, s'ils ne sont pas immédiatement pris en charge.

Les **contraintes organisationnelles et les risques psychosociaux (RPS)** semblent représenter la majorité des facteurs à l'origine des malaises mortels liés au travail, au regard des conclusions des enquêtes. Une analyse spécifique de ces facteurs de risque est donc à mener, en reprenant méthodiquement tous les paramètres potentiellement en cause. Le cadre d'une délégation d'enquête paritaire peut être tout à fait approprié pour mener à bien le volet de l'enquête qui concerne les RPS [8] (Cf. pp. 45-54).

Chaque minute compte

Au-delà des causes directes ou facteurs favorisant la survenue du malaise lui-même, le volet concernant l'organisation des secours doit aussi être exploré : une procédure de secours inexistante, non connue des salariés, voire non anticipée, ne traitant pas spécifiquement le cas des malaises, des secours mal organisés dans l'entreprise ou trop tardivement contactés peuvent faire perdre de précieuses minutes et avoir des conséquences dramatiques sur le pronostic de la victime, risquant d'entraîner une issue fatale (cf. Figure 5).

Sans oublier...

D'autres paramètres sont importants à explorer en parallèle :



Formation de sauveteurs secouristes du travail aux gestes d'urgence en entreprise.

© Grégoire Maisonneuve pour l'INRS / 2018

- **le suivi médical** de la victime par un service de prévention et de santé au travail : le suivi est-il à jour ? La fréquence des visites médicales est-elle conforme aux obligations réglementaires ? Les éventuelles restrictions d'aptitude ont-elles été respectées ? (la visite de mi-carrière est une opportunité pour faire le point sur l'état de santé des salariés) ;
- **le contexte de survenue** du malaise : quelle était l'activité de la victime au moment du malaise, dans les heures et les jours qui ont précédé ? Était-ce un contexte habituel de travail ? Il est important de rechercher tout fait inhabituel, même minime ou paraissant anodin.

Au terme de l'enquête, après exploration de tous les paramètres nécessitant une investigation, c'est la mise en évidence des défaillances, anomalies ou insuffisances qui permettront de construire les préconisations utiles à la prévention que l'employeur peut ensuite mettre en place.

En pratique

Il existe plusieurs approches pour mener l'enquête. Il est préconisé d'utiliser la méthode de l'arbre des causes [9] qui est une méthode permettant de rechercher de façon structurée les facteurs ayant contribué à un accident, d'en comprendre le scénario et de proposer des actions de prévention.

POUR EN SAVOIR +

- **Agir suite à un accident du travail :**
 - *Supports d'information en ligne pour comprendre et prévenir.* INRS. Accessibles sur : <https://www.inrs.fr/actualites/agir-suite-un-accident-du-travail.html>
 - *Accident du travail ou de trajet : les démarches à effectuer.* Accessible sur : <https://www.ameli.fr/val-de-marne/entreprise/vos-salaries/accident-travail-trajet/demarches>
 - *Accident grave ou mortel : que doit faire l'employeur ?* Accessible sur : <https://www.ameli.fr/val-de-marne/entreprise/vos-salaries/accident-travail-trajet/deces-d-un-salarie/rente-accident-du-travail-deces>
 - *Guide d'enquête d'un accident du travail.* INRS. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/dam/analyseAT/GuideEnqueteAnalyseAT.pdf>
- **Arbre des causes :**
 - INRS – *La méthode de l'arbre des causes. L'analyse de l'accident du travail.* ED 6163, 2020. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206163>
 - Étude de cas – L'arbre des causes, un outil d'analyse et de prévention des accidents. *Hygiène & sécurité du travail*, 2016, 243, EC 15, 3 p. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=EC%2015>
 - Formation INRS – *Analyser les accidents et incidents par la méthode de l'arbre des causes (Réf. JA0130)*: stage de 4 jours destiné aux préventeurs d'entreprise, aux membres d'une instance représentative du personnel). Accessible sur : https://www.inrs.fr/services/formation/doc/stages.html?refINRS=JA0130_2025

ENCADRÉ 4

LA BASE EPICÉA (Cf. pp. 27-30)

Base de données nationale et anonyme rassemblant à ce jour plus de 26 000 cas d'accidents du travail survenus depuis 1990 à des salariés du régime général de la Sécurité sociale. Elle regroupe des dossiers d'AT graves ou mortels, ou présentant un intérêt particulier pour la prévention. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/epicea>

Malaise mortel au travail : quel état des lieux ?

Un premier bilan [10] a été publié récemment par l'INRS à partir des cas de malaises mortels survenus entre 2012 et 2022 enregistrés dans la base Epicea (étude de prévention par l'informatisation des comptes rendus d'accidents; Cf. Encadré 4). Cette première analyse met déjà en avant quelques aspects fondamentaux qui doivent alerter et orienter la prévention :

- Il s'agit de morts brutales, assimilées aux morts subites, le plus souvent par accidents cardiovasculaires.
- Les hommes représentent la très grande majorité des victimes (> 93 % des cas).
- L'âge médian est de 51 ans, avec une tranche d'âge majoritaire entre 50 et 59 ans (50 %). Certains décès surviennent cependant aussi chez des salariés beaucoup plus jeunes (avant même 25 ans).
- Un métier particulièrement concerné est celui des conducteurs de camions et autres poids lourds (près de 20 % des cas enregistrés)².
- Les jeunes embauchés, présents depuis moins de 3 mois dans l'entreprise, paient un lourd tribut, représentant presque un malaise mortel sur cinq. Les intérimaires sont eux aussi fréquemment touchés (12 %).
- Les malaises mortels surviennent souvent alors que la victime est seule, éloignée de ses collègues, soit parce que son activité la conduit à travailler seule, soit parce qu'il s'agit d'un travailleur isolé.
- Il existe fréquemment un retard de prise en charge, la victime elle-même voire ses collègues ne réalisant pas la gravité de l'événement.
- Le suivi de l'état de santé des salariés par le service de prévention et de santé au travail n'est pas forcément fait ou n'est pas à jour.
- Les RPS et les contraintes organisationnelles semblent jouer un rôle majeur dans la survenue de ce type d'AT : stress chronique, surcharge de travail, travail posté...

Les enquêtes suivant les malaises mortels au travail étant désormais systématiquement conduites

et enregistrées dans la base Epicea par les agents des Carsat, elles vont constituer une base de données très riche. Une analyse approfondie de ces données sera donc faite secondairement. Elle doit permettre de mieux cerner encore les contextes de survenue des malaises mortels et les facteurs de risque impliqués et, en conséquence, les préconisations de prévention qu'il est essentiel de donner aux entreprises. ●

1. CPAM : Caisse primaire d'assurance maladie. Carsat : Caisse d'assurance retraite et de santé au travail. Cramif : Caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France. CGSS : Caisse générale de Sécurité sociale (départements et régions d'Outre-Mer). CSS : Caisse de Sécurité sociale (Mayotte).

2. En lien, notamment, avec la sédentarité, le changement de rythmes entre conduite et manutention, les horaires atypiques, l'hygiène de vie, l'âge élevé des conducteurs... Autant de cofacteurs affectant la santé cardiovasculaire et pouvant être à l'origine de malaises en lien avec celle-ci.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **MINISTÈRE DU TRAVAIL** – Plan pour la prévention des accidents du travail graves et mortels. Accessible sur : https://travail-emploi.gouv.fr/sites/travail-emploi/files/2024-09/planaccidentstravailgravesmortels2022-2025_1.pdf
- [2] **MINISTÈRE DU TRAVAIL** – 4^e Plan santé au travail 2021-2025. Accessible sur : <https://travail-emploi.gouv.fr/sites/travail-emploi/files/files-spip/pdf/pst4.pdf>
- [3] **CAISSE NATIONALE DE L'ASSURANCE MALADIE** – Circulaire n° 14/2018. Accessible sur : <https://circulaires.ameli.fr/sites/default/files/directives/cir/2018/CIR-14-2018.PDF>
- [4] **RÉSEAU AMELI** – Pertes de connaissance. Accessible sur : <https://www.ameli.fr/paris/assure/sante/urgence/pathologies/perte-connaissance>
- [5] **TURPIN-LEGENDRE ET AL.** – Travailler dans une ambiance thermique froide. *Références en santé au travail*, 2019, 160, TC 67, 21 p. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TC%20167>
- [6] **INRS** – Dossier Web : Postures sédentaires. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/risques/postures-sedentaires/ce-qu-il-faut-retenir.html>
- [7] **ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ** – Recommandations mondiales sur l'activité physique pour la santé. Accessible sur : <https://www.who.int/fr/publications/i/item/9789241599979>
- [8] **INRS** – Démarche d'enquête paritaire du CSE concernant les suicides ou les tentatives de suicide. ED 6125. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206125>
- [9] **INRS** – La méthode de l'arbre des causes. L'analyse de l'accident du travail. ED 6163. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206163>
- [10] **HACHE P., PECLET S., TISSOT C.** – Malaises mortels au travail : apports de la base Epicea. *Références en santé au travail*, 2024, 180, TF 321, pp. 41-54. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TF%20321>

L'ANALYSE DES MALAISES ET DES ACTES SUICIDAIRES PAR UNE DÉLÉGATION D'ENQUÊTE PARITAIRE

Dans les cas de malaise mortel, de suicide ou de tentative de suicide en lien avec le travail auxquels peut être confrontée une entreprise, l'INRS recommande la mise en place d'une délégation d'enquête paritaire (DEP), afin d'en tirer des enseignements et de mieux prévenir ce type d'accidents à l'avenir. Cet article fait le point sur la mise en place et le fonctionnement d'une DEP, en lien avec deux exemples concrets.

GUY PEISSEL-
COTTENAZ
INRS,
département
Formation

L'analyse des accidents du travail en lien avec les risques psychosociaux (RPS), notamment les malaises et les actes suicidaires, peut se développer dans le cadre de la délégation d'enquête paritaire (DEP) afin d'offrir un cadre négocié et sécurisé, impliquant la direction de l'entreprise et les représentants du personnel et permettant de réaliser dans les meilleures conditions l'enquête et les propositions de mesures de prévention. Il existe une autre modalité pour les représentants du personnel : l'expertise pour risque grave (article L. 2315-94 du Code du travail), qui « sous-traite » en quelque sorte l'enquête à un expert habilité pour le compte des élus. Cette possibilité est ouverte aux élus lorsque l'employeur ne veut pas participer à une DEP avec les élus, ou réciproquement. Dans cet article, sont abordées uniquement les enquêtes réalisées dans le cadre de la DEP. La DEP est fondée en droit par l'article R. 2312-2 du Code du travail : « Les enquêtes du CSE [...] sont réalisées par une délégation comprenant au moins l'employeur ou un représentant désigné par lui, et un représentant du personnel siégeant à ce comité ». C'est donc la forme « normale » de l'enquête en entreprise, quel que soit le type d'accident à prendre en considération, lié aux RPS ou non. Sont présentées ici deux enquêtes d'AT en lien avec les RPS, un malaise cardiaque mortel et un suicide, desquelles sont extraits uniquement les facteurs de risque mis en évidence par l'enquête de la DEP.

Les conditions de la mise en place d'une DEP

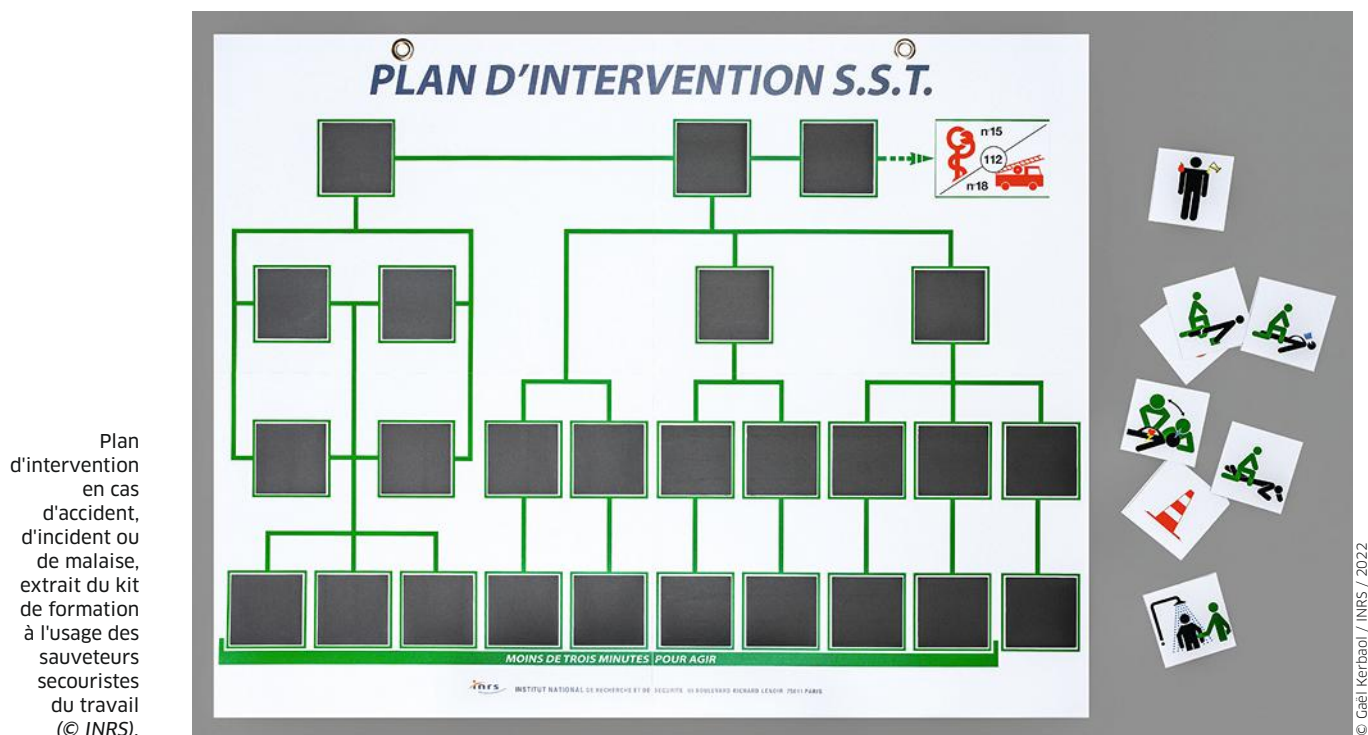
La mise en place d'une DEP en entreprise nécessite un vote en CSE pour marquer l'accord et l'engagement des deux parties (direction et élus), puis l'acceptation du cadre prescriptif de huit principes définissant les modalités de fonctionnement

de la DEP. Ce cadre s'impose d'autant mieux qu'il fait l'objet d'un accord collectif (négocié avec les organisations syndicales), de son inscription dans le Règlement intérieur, ou dans le règlement du CSE, ou encore d'une « charte » signée par tous les membres de la DEP. S'agissant d'un AT grave en lien avec les RPS, la « charte » est la solution la plus souvent mise en œuvre, les élus et la direction n'ayant pas eu le temps d'organiser une négociation sur le sujet.

Les huit principes de la DEP sont les suivants :

- l'enquête porte exclusivement sur le travail, son organisation, les conditions de travail, les contraintes professionnelles de la victime, et non sur la vie privée et l'état de santé de la personne. Son objectif est d'aboutir à l'élaboration de mesures de prévention visant à supprimer la reproduction d'un tel événement et à supprimer les facteurs de risques professionnels identifiés ;
- la DEP ne se substitue pas à la CPAM pour statuer sur le caractère professionnel de l'accident ;
- la DEP ne se substitue pas à une action pénale des ayants droits, et n'a pas pour objectif d'étayer une action disciplinaire de l'employeur ;
- la DEP a une conception plurifactorielle de l'événement, et travaille uniquement sur des faits ;
- les membres de la DEP ont un engagement de confidentialité ;
- la DEP fonctionne sur le principe du volontariat pour participer aux entretiens ;
- l'employeur s'engage à ne pas sanctionner les propos ou les actes évoqués devant la DEP (à l'exception des actes pénalement répréhensibles, c'est le principe de protection de la parole) ;
- l'employeur s'engage à mettre en œuvre les préconisations issues de la DEP et qui ont fait l'objet d'une information ou d'une consultation en CSE.





Un soin tout particulier doit être apporté à la composition de la DEP, qui nécessite: que les représentants de la direction aient un vrai pouvoir de direction et de décision; que les représentants du personnel soient fortement impliqués et volontaires; et que du temps leur soit dégagé pour réaliser cette mission.

Premier exemple : malaise cardiaque mortel

La victime (M.P.) était un analyste financier, qui travaillait en tant que manager dans une grande banque d'affaires internationale.

Les circonstances de l'événement

Le 1^{er} mars 2023, M.P. est décédé d'une crise cardiaque, à l'âge de 37 ans, à la suite d'un premier malaise cardiaque survenu dans les transports en commun lors du retour vers son domicile après un entraînement sportif (volley-ball). La conjointe de la victime a demandé à l'entreprise de faire une déclaration d'AT, qui a été effectuée. L'accident a été reconnu en tant qu'AT par la caisse primaire d'assurance maladie.

L'analyse de la DEP

→ Ce que les entretiens ont mis en lumière

De manière générale, les synthèses des entretiens ont été convergentes. Toutes les personnes interviewées, lors de cette enquête, ont été unanimes pour reconnaître les bonnes relations que M.P. entretenait avec son entourage professionnel et avec ses collègues.

Toutes les personnes rencontrées ont souligné

qu'au-delà de ses grandes qualités humaines, M.P. avait fait preuve d'une très forte implication professionnelle. Cet investissement, associé à une expertise technique reconnue, a fait de lui un salarié référent sur les projets d'entreprise auxquels il avait participé.

Les entretiens ont attesté ce grand investissement dans son travail, qui a été confirmé par l'étude des temps de connexion dans sa messagerie électronique. Certains entretiens ont fait apparaître que cette situation était connue de la direction de l'entreprise. Une alerte particulière avait d'ailleurs été faite lors du CSE du 8 février 2023, à l'issue du premier malaise de M.P. et de son arrêt de travail de trois jours. Lors de sa reprise de travail, les managers se sont inquiétés de son état de santé et se sont vus confirmer, par M.P., qu'il avait effectué des examens médicaux.

La commission d'enquête n'a relevé aucun changement notable au niveau de sa charge de travail dans les semaines qui ont suivi son malaise et l'alerte par le CSE. M.P. a poursuivi normalement ses activités au sein de l'équipe, conservant une grande amplitude de travail en horaires décalés, en travaillant le samedi et en assurant des astreintes, pour les besoins de l'équipe.

Sur la base des informations recueillies lors des entretiens, la commission d'enquête peut affirmer que la charge de travail de M.P. a fortement augmenté depuis le départ, en mars 2022, de M.L., son ancien manager. Cette période a marqué un temps fort dans l'engagement professionnel de M.P. Les témoignages démontrent qu'«il faisait partie de

ces collaborateurs sur lequel tout le monde pouvait s'appuyer » (les clients internes, externes et les services informatiques).

Son implication croissante dans les projets d'équipe, et plus particulièrement dans la mise en œuvre de l'un d'entre eux, a certainement permis de compenser la baisse des effectifs, passés de 28 collaborateurs en mars 2022 à 19 en février 2023.

Il ressort des auditions des managers les éléments suivants :

- il ne s'est jamais plaint, auprès de ses managers, de sa charge de travail et de ses amplitudes horaires;
- au vu de l'autonomie et des responsabilités de M.P. (cadre au forfait jour), celui-ci gérait lui-même son organisation et son temps de travail;
- les managers n'ont jamais eu la vision précise de la quantité de travail effectuée.

→ Ce que l'analyse documentaire met en exergue sur l'organisation du travail

- Le salarié faisait des astreintes une semaine sur deux ; le roulement s'effectuait entre lui et son collègue.
- Son amplitude de travail, sur site et à distance, était anormale et dépassait le maximum légal, soit 11 heures par jour. Cette amplitude de travail a été mise en évidence par l'analyse de sa messagerie électronique, l'examen de ses feuilles de temps (déclaration des horaires décalés, feuilles de présence, relevés d'astreinte).
- Le salarié a travaillé un samedi sur deux sur la période 2021-2022.

- Le salarié n'a pas pris ses congés légaux ou conventionnels normalement (15 jours pris seulement en 2022).
- En 2022, le salarié a effectué, 261 jours de travail effectif au lieu des 205 jours prévus dans l'accord sur le temps de travail.
- Une baisse constante des effectifs a eu lieu dans la direction de l'entreprise, qui sont passés de 28 salariés en juillet 2022 à 19 en mars 2023.

→ Les facteurs de RPS mis en évidence

Différents facteurs de risques psychosociaux ont été mis en évidence, notamment en lien avec la charge de travail identifiée : la durée journalière du travail, le nombre de jours travaillés à l'année, la grande amplitude de travail en horaires décalés, y compris les week-ends et les jours fériés, dans un contexte de compensation de la baisse des effectifs du service, et d'attente de reconnaissance non atteinte.

Deuxième exemple : suicide

La victime (D.R.) était conseiller commercial dans une agence bancaire. Elle s'est coupée la gorge avec un couteau dans son bureau pendant la pause déjeuner, alors qu'elle était seule. Une déclaration d'AT a été réalisée par l'entreprise, l'accident a été reconnu comme un AT par la CPAM.

L'analyse de la DEP

Les membres de la délégation d'enquête ont retenu quatre dimensions professionnelles qui ont pu contribuer au geste de D.R.



© Gaël Kerbaol / INRS / 2019



→ L'impact du plan de sauvegarde de l'emploi (PSE)

D.R. a été confronté à une situation de reconversion professionnelle. En date du 20 août 2020, il signe son acceptation d'une mobilité fonctionnelle avec une rétrogradation assortie d'une compensation salariale (d'un emploi en tant qu'agent de maîtrise à un poste de conseiller commercial niveau employé). Cette acceptation se fait dès la première proposition (sur les trois prévues), il privilégie ainsi une affectation proche de son domicile et un emploi à faible niveau de responsabilité. Cette situation a certainement contribué à développer chez D.R. un sentiment de dévalorisation, car d'une reconnaissance et d'un statut professionnels certains, il s'est vu contraint de s'orienter vers un nouveau métier et un domaine totalement inconnu, nécessitant un réapprentissage complet.

→ La faible employabilité

L'acceptation en 2020 par D.R. du processus de reconversion professionnelle au sein du groupe bancaire apparaît comme relativement incontournable, du fait d'une part, de son âge (50 ans) et, d'autre part, parce qu'il a construit sa compétence professionnelle informatique et technique essentiellement sur la base de l'expérience et de la confrontation aux situations, tout comme l'ensemble de ses collègues de l'époque. Il n'a pas de diplômes en informatique, ce qui rend la recherche d'emploi dans son domaine de compétence très aléatoire ; tant à l'extérieur de l'entreprise qu'en interne où, depuis 2008 (fusion), apparaît une forme de concurrence face à des jeunes diplômés recrutés sur les postes laissés vacants par les anciens collègues formés « sur le tas ».

→ De l'autonomie à la dépendance

D.R. est arrivé dans une *terra incognita* où, malgré (et peut-être à cause de) son âge et son expérience, il s'est retrouvé être, de façon plus ou moins consciente, une charge pour le collectif, un « vieux débutant » au milieu de plus jeunes, formés au culte du résultat et volontaires pour exercer ce type de métier. Il est passé d'une activité :

- où il était reconnu, à un travail « sans grade » ;
- où il était seul et gérant son activité, à un travail en équipe et en relation avec la clientèle ;
- où il n'avait pas ou peu de pression, à une situation dans laquelle il devait faire face à des objectifs de vente ;
- où il avait les connaissances pour exercer son activité, à une situation d'apprentissage sur les produits et procédures et, en cela, dépendait des autres ;
- où il avait une perspective de carrière, à un sentiment d'arrêt de sa carrière ;
- où il avait une activité autonome, à un environnement où l'on (se) compare les uns aux autres ;
- où il avait une reconnaissance et une identité professionnelle, à un poste d'employé de niveau inférieur.

→ Les modalités d'adaptation au niveau d'exigences commerciales

Lors de la mobilité des salariés, au regard des accords et des consignes données et durant la période d'adaptation à l'emploi, aucun objectif n'était assigné. On parlait d'axe de progrès et non de vente. L'objectif à terme était d'entrer dans le cadre du référentiel métier. L'intégration semblait s'être bien déroulée sur une première période d'environ 10 mois. Toutefois, les témoignages convergent vers un sentiment de changement d'ambiance avec l'arrivée de la nouvelle hiérarchie (septembre 2021), conduisant à un durcissement (renforcement) du niveau des contributions commerciales attendues et à une accélération de l'exigence managériale. La peur éventuelle d'être en incapacité d'assumer l'ensemble des prérogatives métiers du conseiller commercial, et notamment l'atteinte des objectifs commerciaux prescrits, constitue sans doute un facteur de risque professionnel.

→ Les facteurs de RPS mis en évidence

Les facteurs de RPS mis en évidence sont liés à une reconversion professionnelle faisant suite à un plan de sauvegarde de l'emploi, à une faible employabilité relative à l'âge et au niveau de diplôme, à une dégradation de l'image de soi liée à la rétrogradation sans perte de salaire, à une perte d'autonomie et à une mobilité fonctionnelle (changement de métier) plaçant la victime en concurrence avec des jeunes salariés.

Conclusion

Comme le montrent les exemples étudiés, l'analyse des malaises et des suicides ou tentatives de suicide au moyen d'une délégation d'enquête paritaire, en appliquant notamment le premier principe de la DEP, doit se concentrer sur le travail et sur son organisation, sans prendre en considération la vie privée et l'état de santé de la victime. Elle permet de structurer un véritable plan d'action à partir des facteurs de risques, notamment psychosociaux, mis en évidence.

Ces facteurs peuvent aussi – et utilement – alimenter le DUERP et les futurs plans d'actions, afin de développer une prévention plus efficace vis-à-vis des RPS dans l'entreprise. ●

POUR EN SAVOIR +

• INRS – ED 6125 – *Démarche d'enquête paritaire du CSE concernant les suicides ou tentatives de suicide*. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206125>

L'ANALYSE DES ACCIDENTS DU TRAVAIL EN LIEN AVEC DES VIOLENCES INTERNES

Dans les cas d'accidents liés à la violence interne au travail, il convient de mettre en place, dès que possible, une analyse des causes de l'accident dans un cadre paritaire. Cet article fait le point sur ce type de démarche, à l'aide d'un exemple concret.

MARC BENOIT
INRS,
département
Formation

Dans le cas d'accidents liés à la violence interne au travail, l'analyse en prévention nécessite, comme cela a été développé précédemment (Cf. pp. 45-48), de négocier paritairement des règles sur le déroulement et l'organisation de la démarche d'analyse des accidents du travail (AT) et sur le choix des outils. Cet article se focalise sur la particularité de la prise en compte des accidents du fait de violences internes.

Le cadre particulier des accidents du travail dus à des violences internes

Au préalable, une étape de formation, même courte, sur les causes possibles de violences internes dans l'organisation du travail, prépare les acteurs de l'entreprise à la compréhension de ce qu'elles sont, et à leur analyse.

La violence interne est composée d'actes entre protagonistes salariés de la même entreprise qui vont entraîner une ou plusieurs atteintes à la santé (physique et mentale). Ces actes, qui peuvent résulter par exemple d'un désaccord d'ordre professionnel, peuvent mener à des violences verbales, physiques, comportementales, répréhensibles y compris d'un point de vue pénal.

Des modalités d'actions variées et légitimes

Les différents acteurs de l'entreprise confrontés à cette situation doivent ou peuvent avoir des modalités d'actions variées et légitimes. Il peut s'agir :

- **pour l'employeur**, de vérifier si les actes sont réels et déterminer s'il doit les sanctionner (pouvoir disciplinaire, application de la loi sur les lanceurs d'alerte...), de déclarer l'accident du travail, de prendre des mesures de protection temporaires en séparant les protagonistes, d'organiser l'analyse en prévention (délégation d'enquête paritaire). Mais il peut également prendre des décisions de « régulation RH », avec par exemple la mobilité d'un des protagonistes, ou mettre à

disposition un accompagnement individuel (*coaching...*) ou une médiation ;

- **pour les représentants du personnel**, d'alerter sur une violation des droits et d'enquêter avec l'employeur (alerte d'atteinte au droit des personnes), de participer à l'analyse en prévention (délégation d'enquête paritaire), ou de demander une réunion exceptionnelle du CSE pour un risque grave révélé. Les syndicats peuvent en parallèle utiliser leurs outils d'expression et d'action collective (tract, pétition, grève...).

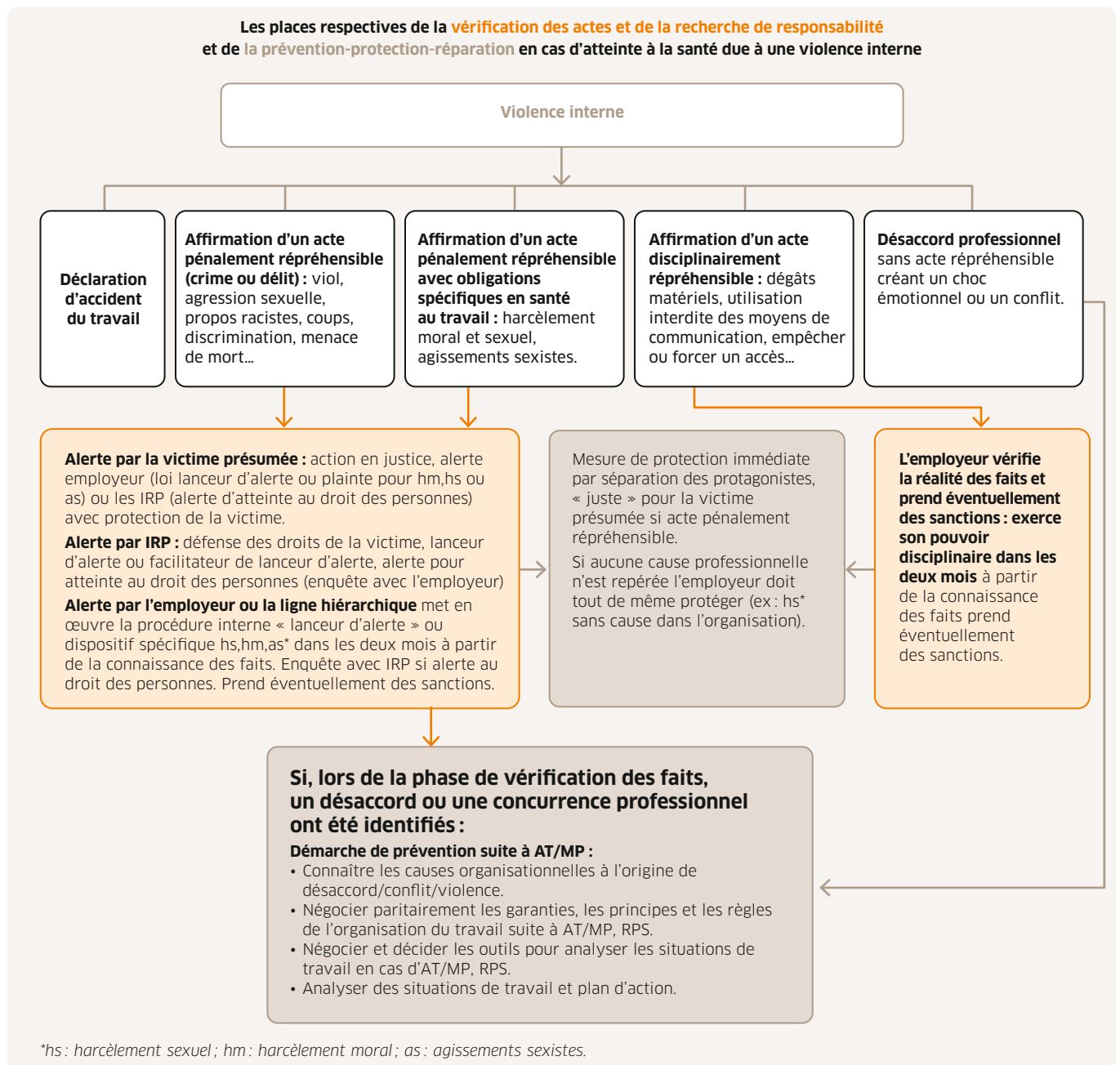
Le cas d'actes de violence potentiellement pénalement répréhensibles

Des actes potentiellement délictueux ou criminels, comme des coups et blessures, des viols, des agressions sexuelles, des propos ou des actes racistes, peuvent également être à l'origine d'un AT, voire d'une maladie professionnelle. Les actes de harcèlement moral ou sexuel en font également partie, avec alors des obligations explicites pour l'employeur¹ : prévenir/ planifier la prévention pour les éviter, y mettre fin, les sanctionner, répondre aux propositions de prévention de la part des instances représentatives du personnel, nommer des référents « harcèlement et agissements sexistes ». Dans ces cas, l'employeur serait en défaut de ne pas organiser, au titre de son pouvoir disciplinaire, une enquête interne. Si c'est le salarié qui lance une alerte, il bénéficie du dispositif de signalement interne et de la protection correspondante mise en place dans l'entreprise.

Présentation d'une démarche d'analyse basée sur un exemple

Pour analyser en prévention des AT dus à des violences internes, il est nécessaire d'aider les acteurs de l'entreprise à clarifier la place, la nature et la temporalité des différentes modalités d'actions. Ceci doit permettre de situer la place des mesures de protection et celle de l'analyse en prévention,



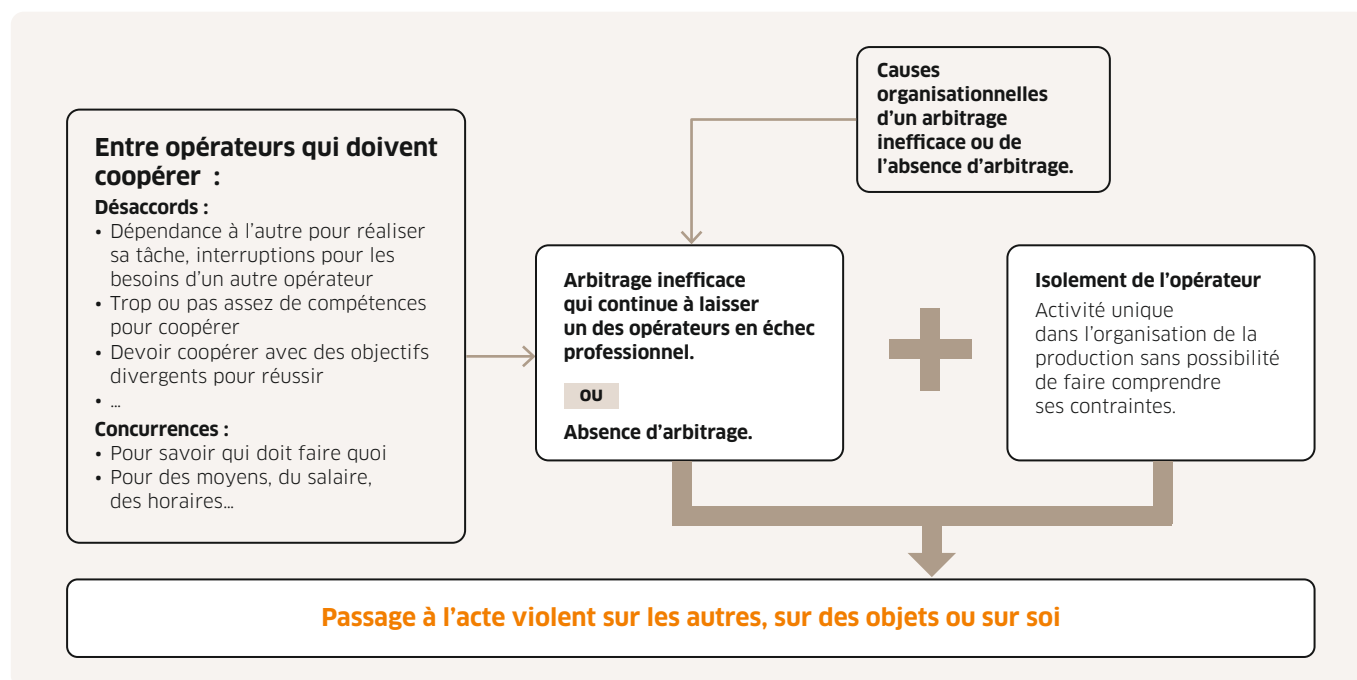


↑ FIGURE 1
Analyse d'accident du travail de violence interne. Les places respectives de la vérification des actes et de la recherche de responsabilité (dans les cases entourées en orange) et de la prévention/protection/réparation (cases entourées en beige) en cas d'atteinte à la santé due à une violence interne.

en les distinguant des autres démarches. Ceci permet également de décider de règles qui encadrent le travail d'analyse en prévention. Cette analyse doit avoir lieu après que l'employeur a décidé d'une éventuelle sanction des personnes en cause. Pour que l'analyse aboutisse à des mesures de prévention, des apports seront nécessaires sur les causes organisationnelles des violences internes. Les résultats de l'analyse en prévention devront être intégrés au document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP) de l'unité de travail concernée. En s'appuyant sur la démarche exposée dans la Figure 1, les étapes pour mener l'analyse en prévention et les écueils à éviter sont présentés.

L'altercation ayant conduit à un arrêt de travail

En été, le directeur d'une entreprise industrielle envoie en consultation du service de prévention et de santé au travail (SPST) un salarié, M.D., responsable du service commercial, choqué suite à une altercation violente avec le responsable d'atelier, M.L. Suite à ce rendez-vous urgent au SPST, M.D. consulte son médecin généraliste le lendemain, qui décide d'un arrêt maladie initial de 15 jours. Il déclare, lors d'un échange téléphonique avec l'employeur, avoir été menacé par M.L., qui aurait voulu l'atteindre en lui lançant un classeur. La semaine suivante, à la demande de l'ensemble des élus, une réunion exceptionnelle du CSE est



convoquée. Elle est consacrée à cet événement et se tient en présence d'un psychologue du travail intervenant en prévention des risques professionnels (IPRP) du SPST. Il est décidé de réaliser une analyse de cet événement en délégation paritaire. Le SPST accompagne ce travail.

L'employeur, suite au CSE, déclare l'AT : cette déclaration qui respecte le droit permet aussi d'identifier cet événement comme relevant également de la prévention des risques professionnels, et pas uniquement de la recherche de la responsabilité individuelle d'un comportement agressif.

L'enquête interne sur les actes en vue d'une éventuelle sanction

L'employeur et des élus demandent d'abord que les entretiens visent à définir si le responsable d'atelier doit être sanctionné. C'est à l'employeur de mettre en œuvre une enquête interne pour vérifier la réalité des propos et des actes et décider d'une éventuelle sanction. Il est convenu que, lors de cette enquête, il sera vérifié que l'altercation avait bien une cause professionnelle, de façon à ce que l'analyse en prévention à venir, suivie d'un plan d'action sur l'organisation, soit légitime et utile.

L'employeur, pour tenir compte du niveau dans la hiérarchie des deux protagonistes, décide de mener lui-même les entretiens, accompagné de la DRH. L'ordre des entretiens choisi est celui le plus souvent utilisé dans l'objectif de confronter l'« agresseur présumé » aux différents éléments apportés par la « victime présumée » et les témoins : la « victime présumée » suivie des témoins, dont deux témoins visuels directs, puis finalement

l'« agresseur présumé ». Chaque personne interrogée valide le compte rendu de son entretien réalisé par la DRH. Tant qu'il n'est pas décidé d'une éventuelle sanction, les réponses de chacun ne sont pas connues des autres.

La formation préalable des parties prenantes

Comme prévu lors du CSE, une formation d'une demi-journée du comité de direction et des instances représentatives du personnel (IRP) sur les causes organisationnelles de violences internes a eu lieu. Cette formation courte, assurée par l'IPRP, permet de faire partager le fait que l'organisation du travail peut être à l'origine de tensions et de désaccords professionnels qui peuvent évoluer ensuite en violences. L'objectif est également d'être capable de repérer, lors de l'analyse, les configurations organisationnelles qui rendent difficile la coopération dans l'organisation de la production. Les apports de la formation sont de deux types.

→ Des connaissances statistiques

Il s'agit de présenter des données tirées des enquêtes Sumer² qui font le lien entre les « comportements hostiles » subis par les salariés et des caractéristiques de l'organisation. Elles montrent que ne pas avoir assez de formation, de matériel, de collègues, être dans l'impossibilité d'échanger pour coopérer, sans informations claires et suffisantes, sont des éléments corrélés à une exposition plus forte à des comportements hostiles. D'autres dimensions influent sur l'exposition à ces comportements, comme les marges de manœuvre, le rythme de travail, les caractéristiques du temps de

↑ **FIGURE 2**
Causes possibles des accidents en lien avec des violences internes au travail.

ENCADRÉ 1

COOPÉRATION ET ARBITRAGE PROFESSIONNEL

Le passage à l'acte violent peut apparaître, notamment à l'occasion d'un changement ou d'une évolution progressive dont les conséquences n'ont pas été analysées : ceci peut concerner les produits, les clients, les prérogatives de chacun, le profil et les missions d'un nouveau collègue... Apparaissent alors des causes de désaccord ou de concurrence entre des opérateurs qui doivent coopérer pour produire. Ces désaccords, s'ils sont exprimés sous forme de conflits professionnels, doivent être arbitrés. Mais des causes organisationnelles peuvent à leur tour empêcher cet arbitrage ou produire un arbitrage inefficace.

L'efficacité de l'arbitrage professionnel se mesure à sa capacité à faire qu'aucun des protagonistes ne continue de se sentir en situation d'échec professionnel.

Les causes d'absence d'arbitrage ou d'arbitrage inefficace peuvent être entre autres :

- les opérateurs ne demandent pas d'arbitrage, parce que cela impliquerait de partager sur leurs activités et notamment, sur l'impossibilité de respecter certaines règles et procédures ;
- il n'y a pas d'acteurs en place pour arbitrer, ou l'organisation les rend peu disponibles pour le faire ;
- les règles ne sont ni définies, ni hiérarchisées, et aucune d'entre elles n'est négociable.

Dans cette situation, les opérateurs doivent continuer à coopérer pour produire sans arbitrage. Mais ils n'ont plus que le rapport de force interpersonnel pour trancher le différend qui leur fait risquer l'échec professionnel ; c'est le passage du conflit professionnel à la violence interpersonnelle.

Si l'un des opérateurs a des contraintes qui lui sont particulières, qui peuvent difficilement être comprises par d'autres, y compris par celui qui devrait arbitrer le conflit professionnel, le risque de passage à l'acte violent est plus important pour lui.

travail et la façon dont sont menés les entretiens d'évaluation professionnelle.

→ Des connaissances produites par l'expérience de l'analyse des accidents de violences internes

Elles permettent d'identifier des configurations de coopération à l'origine du passage à l'acte violent, en confirmant les apports des statistiques et de comprendre la progression d'un désaccord professionnel vers un conflit qui ensuite dégénère en violence. La *Figure 2* (page précédente) et l'*Encadré 1* synthétisent ces apports.

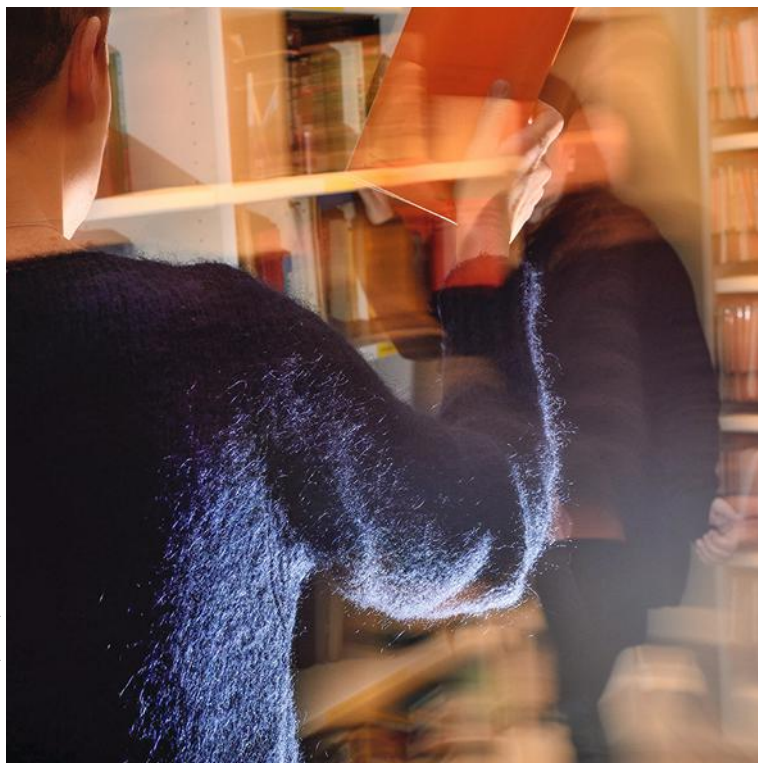
Une mesure de protection prise au retour de la victime présumée

M.D. est revenu de son arrêt maladie avant que l'enquête interne ne soit terminée. La formation préalable s'était déjà tenue, mais les règles du travail d'analyse n'étaient pas encore définies. L'employeur a décidé d'empêcher tout contact entre M.D. et M.L. jusqu'à la fin de l'analyse en prévention. Pour cela, les contacts, qui étaient très fréquents au quotidien entre les commerciaux et l'atelier, ont été assurés temporairement entre M.D. et un subordonné de M.L., ancien et très expérimenté.

La négociation de règles d'analyse en délégation paritaire

La formation préalable devait être la base de la définition paritaire de règles. Suite à la formation, il a été proposé à la direction et aux élus du CSE un ensemble de points à discuter paritairement et qui portaient sur :

- la définition d'un cadre général, correspondant aux principes évoqués précédemment (Cf. pp. 45-48), qui permet de définir et de distinguer la démarche de prévention d'autres modalités d'action ;
- un engagement de l'employeur à participer aux étapes clés de la démarche (notamment la définition et la validation des règles, la décision finale du plan d'action) ;
- un engagement de protection de la parole des opérateurs dont le travail est analysé et des acteurs de la prévention. Ceci permet qu'ils puissent évoquer sans risque le fait, qu'à certains moments précis, des contraintes pour produire amènent à ne pas pouvoir suivre toutes les règles édictées par l'entreprise ;
- les règles précises de composition de la délégation paritaire ;
- les différentes étapes, du début de l'analyse à l'évaluation du plan d'action, et le rôle des différents acteurs à chacune de ces étapes ;
- le choix d'un outil pour analyser les situations de travail avec l'accompagnement du SPST. Une base pour définir un guide d'entretien est proposée. Elle contient, en plus de la définition du cadre et des conditions de l'entretien, une proposition de



ENCADRÉ 2

CONTEXTE ET CONTRAINTES À LA BASE DE L'ALTERCATION ENTRE LES SALARIÉS

• Si les deux protagonistes n'étaient toujours pas d'accord sur la réalité et la gravité des actes de violence, les entretiens ont montré qu'ils connaissaient et reconnaissaient les contraintes organisationnelles de l'autre.

• M.D. était auparavant commercial dans son service et a été promu responsable depuis quatre ans. Il a une très bonne connaissance des clients. Il avait installé la pratique d'échanges réguliers et directs avec le responsable d'atelier et le responsable des livraisons, ce qui lui permettait souvent de mieux satisfaire des clients.

• M.L. est responsable d'atelier depuis 13 ans. C'est lui qui a assuré la transition vers l'automatisation de l'atelier. Il a une très bonne connaissance des machines et des opérateurs. Il était capable d'arrangements avec le service commercial pour modifier l'ordre des séries à réaliser, tout en respectant les délais en les faisant valider par son responsable hiérarchique.

• Le désaccord professionnel entre M.D. et M.L. a pour origine deux changements dont les conséquences n'ont pas été anticipées :

- la fin d'un contrat avec un gros client en janvier. Ceci a obligé les commerciaux et leur responsable, pour ne pas être en échec, à chercher de nouveaux clients, ce qu'ils avaient anticipé. Pour gagner ces nouveaux clients, plus nombreux, mais représentant chacun un volume de production

moindre, les commerciaux ont donc annoncé des délais de livraison courts pour de petites séries ;

- le changement du directeur de production, le supérieur de M.L., parti à la retraite il y a un an et remplacé par un recrutement externe disposant d'une expérience technique réduite sur les équipements et les process spécifiques de l'atelier.

• La peur de l'échec professionnel pour M.L. vient de la situation créée par les changements d'outils et de réglages beaucoup plus fréquents dus à la succession rapide de petites séries de références différentes. Ceci nécessite que les opérateurs expérimentés connaissant les outils et les machines soient présents en permanence. De plus, les changements de références posent des problèmes de stockage intermédiaire autour des machines (« *Des palettes partout !* ») et des difficultés quelquefois pour retrouver la palette à livrer. La première conséquence de cet état de fait a été que M.L. ne peut modifier l'ordre de production pour les commerciaux et que des tensions apparaissent dans l'atelier avec les « anciens ».

• M.L. a d'abord remonté ses difficultés auprès de son nouveau supérieur hiérarchique dès le mois d'avril. Il a demandé à ce que des délais plus longs soient annoncés aux clients pour pouvoir regrouper plus facilement des séries de même référence. Mais le nouveau directeur

de production, lors d'un comité de direction où il a abordé le sujet, n'a pas pu convaincre le directeur et le responsable commercial du fait de sa connaissance encore incomplète des produits et des outils. De plus, l'atelier, malgré ces contraintes, tenait les délais et, pour sa propre évaluation, il n'a pas voulu s'opposer à cette stratégie commerciale.

• M.L. a demandé une seconde fois la modification des délais de certaines commandes par mail à son responsable hiérarchique et au directeur d'établissement lorsque les congés d'été sont arrivés : les départs en congés d'« anciens » allaient rendre impossibles ces changements permanents de références avec les opérateurs intérimaires qui les remplaçaient. Son supérieur hiérarchique n'a pas accédé à sa demande et lui a indiqué qu'un nouveau « gros contrat » devait démarrer en septembre « *et que le problème serait bientôt réglé* ».

• Deux semaines plus tard, le nombre de séries successives pour la même journée est le plus élevé depuis le début de l'année : l'atelier ne peut sortir la dernière commande attendue. Le commercial dont le client se plaint envoie un mail au directeur de production qui le renvoie au responsable d'atelier sans commentaires. Celui-ci, convaincu qu'il s'agit d'un reproche implicite, se rend au bureau du responsable commercial et l'altercation a lieu.

consignes et de questions à poser. Ces questions explorent les six familles des « facteurs de Gollac », mais surtout, se focalisent sur les causes organisationnelles de violences internes (Cf. Figure 2). Les membres de la délégation paritaire n'ayant pas de pratique de l'analyse par l'arbre des causes, il est décidé que l'analyse sera formalisée sous forme textuelle et n'identifiera pas les contributions des différents opérateurs.

Vu l'engagement important que représente cette action, il est décidé que ces règles et ces outils, s'ils font la preuve de leur efficacité, seront pérennisés. Ils s'appliqueront pour toute situation nouvelle d'accident en lien avec des RPS, et seront

renégociés à l'occasion d'un changement des élus ou même de la direction. Il est envisagé qu'ils soient intégrés au règlement intérieur du CSE à la fin de la démarche.

Une enquête interne qui conclut à l'absence de nécessité de sanction

Entre-temps, l'enquête interne s'est arrêtée, dès les auditions des deux témoins visuels qui ont suivi celle de M.D. L'employeur et la DRH ont affirmé qu'il n'y a pas eu réellement de menaces proférées, ni de volonté de blesser M.D. en lançant au sol le classeur qu'il portait, même si celui-ci a été fortement impressionné par la colère de M.L. et



avait pu légitimement interpréter ses gestes et ses cris comme menaçants. Un échange informel a eu lieu entre la direction, la DRH et M.L., mais aucune information n'a été communiquée sur son contenu.

Le choix des situations de travail à analyser et des opérateurs à interroger pour l'analyse en prévention

L'analyse en prévention, comme souvent, n'a pas amené à interroger les mêmes personnes que l'enquête interne, où les personnes ont été choisies sur la possibilité qu'elles offraient de vérifier la réalité des faits, indépendamment de leur coopération dans le travail. Les deux témoins visuels étaient de la comptabilité et n'avaient pas de lien de coopération fort avec les deux protagonistes.

L'IPRP a proposé d'identifier les opérateurs ayant le plus à coopérer avec les deux protagonistes pour produire, pour analyser au mieux les contraintes respectives de M.L. et de M.D. Finalement, les situations de travail suivantes ont été analysées : celles de responsable d'atelier et de responsable du service commercial, mais aussi celle du directeur de production, supérieur de M.L., celles d'un subor-

donné de M.L. et d'un subordonné de M.D. (les plus expérimentés dans le poste et dans l'entreprise), et celle du responsable du service des livraisons. L'employeur lui-même étant le supérieur du responsable commercial, a eu également un entretien avec la délégation (animée par la DRH pour la direction) pour préciser les contraintes qui s'imposaient à son subordonné.

La DEP s'est réservé le droit de demander à tout autre personne d'être entendue si cela était pertinent. Les entretiens ont été individuels. Les personnes dont les situations de travail ont été analysées ont reçu les règles négociées et le guide d'entretien avant leur entretien.

La restitution de l'analyse

La restitution s'est faite en CSE. Construite autour de la schématisation indiquée plus haut (Cf. Figures 1 et 2), elle a mis en avant plusieurs éléments liés au travail (Cf. Encadré 2 page précédente).

Le plan d'action

Suite à la restitution de l'analyse en CSE et comme prévu dans les règles, la délégation paritaire a fait des propositions d'actions à l'ensemble des membres du CSE. Ces propositions ont été transmises aux unités de travail impliquées dans l'analyse pour amendement. Ce sont les membres de la délégation paritaire qui ont reçu les quelques propositions de modifications pour les intégrer avant de les proposer à l'employeur afin qu'il statue.

Le plan d'action a proposé de :

- décider d'un maximum possible de séries différentes dans une même journée, avec pour conséquence de regrouper des séries et donc de rallonger le temps de livraison dans certains cas ;
- décider que les échanges pour ces choix et regroupements se feraient directement (par mail ou téléphone) entre d'un côté le responsable commercial et de l'autre simultanément le chef d'atelier et son supérieur hiérarchique, de façon à ce que ces échanges permettent de partager et de connaître les contraintes de chacun en temps réel.

Le suivi du plan d'action

La modalité de suivi du plan d'action retenue a été de demander aux opérateurs concernés de se prononcer sur l'efficacité de ce plan, et de dire s'il ne créerait pas de nouvelles difficultés. ●

1. Voir notamment le Code du travail : articles L. 1153-1, L. 1153-5, L. 1142-2-1, L. 1321-2 ; L. 4121-2 ; D. 1151-1 ; le Code pénal : articles 222-22, 222-33 (accessibles sur : www.legifrance.gouv.fr) ; et le focus juridique de l'INRS accessible sur : <https://www.inrs.fr/risques/harcelements-sexuel-agissements-sexistes/reglementation.html>

2. Sumer : enquêtes de surveillance médicale de l'exposition des salariés aux risques professionnels. Voir par exemple : https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/enquete_sumer.pdf

Formation à la prévention des violences en milieu hospitalier.



© Philippe Castano pour l'INRS / 2022

LES ACCIDENTS LIÉS AU TRAVAIL SUR LA ROUTE : QUELLE PRÉVENTION POSSIBLE ?

Le risque routier représente le premier risque de mortalité pour les entreprises qui y sont confrontées. Cet article fait le point sur les mesures de prévention à mettre en place dans les entreprises pour limiter autant que possible le risque d'accident sur la route.

ÉRIC VERETOUT
INRS,
département
Expertise
et conseil
technique

CATHY BERNATETS
Carsat Pays-
de-la-Loire,
ingénieur
conseil

Le risque routier professionnel (Cf. Figures 1 et 2 page suivante) détient le triste record de mortalité parmi les risques professionnels. En 2022, 485 personnes ont perdu la vie en se rendant à leur travail ou en se déplaçant dans le cadre de celui-ci. Cela représente le tiers des accidents mortels du travail. Le ministère chargé du Travail, sur la base des données de l'ONISR (Observatoire national interministériel de la sécurité routière)¹, rappelle que 37 % des accidents corporels impliquent au moins un usager en déplacement lié au travail. L'insécurité routière demeurant un problème sociétal depuis des décennies, ce risque est pourtant diversement appréhendé par les entreprises. La conduite d'un véhicule sur la voie publique par un salarié se situe sur une frontière floue entre la sphère professionnelle et la sphère privée.

Il est tentant d'attribuer la responsabilité d'un accident à la seule personne conduisant au moment des faits ou bien même à la fatalité. Les nombreuses campagnes de la Sécurité routière, ainsi que les mesures gouvernementales, incitatives ou répressives, peuvent donner l'impression aux employeurs que la gestion du risque routier auquel sont exposés leurs salariés est uniquement, ou essentiellement, du ressort des pouvoirs publics (Cf. Encadré page suivante).

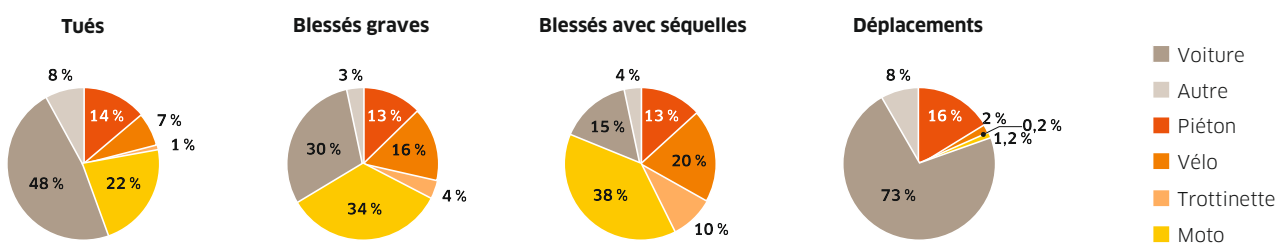
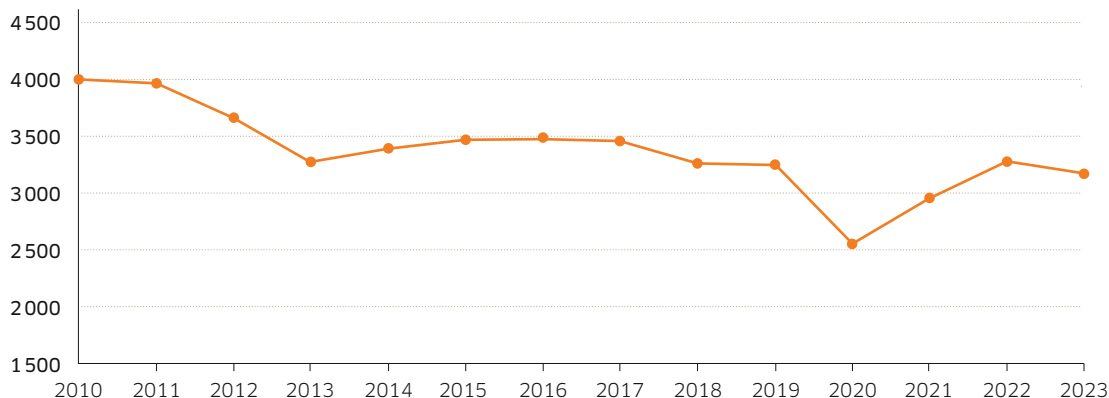
Or, le risque routier professionnel est bien un risque professionnel, à traiter à l'échelle de l'entreprise par l'employeur, avec d'autant plus de détermination que ses conséquences sont très graves : en cas d'accident grave ou mortel, s'ajoutent en effet aux coûts directs (augmentation de la cotisation employeur), des dommages psychosociaux (traumatisme collectif, démotivation) et des coûts indirects



© Gaël Kerbaol / INRS / 2019



FIGURE 1 →
Évolution de la
mortalité routière
annuelle en France
métropolitaine
(source : ONISR).



↑ FIGURE 2 Répartition des accidents routiers selon le niveau de gravité et le mode de locomotion (source : ONISR).

Le diagramme circulaire de droite représente les parts modales de déplacement, à mettre en perspective avec la sinistralité de chaque mode. Les engins de déplacement personnels motorisés (EDP-m, trottinettes par exemple) ne sont utilisés qu'à 0,2 %, mais représentent 1 % des tués.

Les deux-roues motorisés (2-RM) ne représentent que 1,2 % des trajets, mais contribuent au total des décès à hauteur de 22 %, et au total des blessés graves à hauteur de 34 %.

ENCADRÉ

LES ACTEURS DE LA MOBILITÉ EXTERNES À L'ENTREPRISE

En matière de mobilité, les interlocuteurs des entreprises sont les autorités organisatrices de mobilités (AOM). En plus d'être destinataires des plans de mobilité employeur (PDME) élaborés par les entreprises, elles ont la charge d'organiser les mobilités sur leur territoire qui, selon les cas, peut aller d'une communauté de communes jusqu'à une région entière. Les AOM financent et coordonnent les transports collectifs (directement en régie ou bien *via* des concessions), mais elles contribuent également au développement des mobilités individuelles partagées (covoiturage) et des mobilités actives (vélo, marche). Elles peuvent être un point d'entrée efficace pour nouer des contacts avec l'écosystème régional de la mobilité. Le portail France mobilités (www.francemobilités.fr) permet aussi d'entrer en contact avec les acteurs régionaux de la mobilité (entreprises, collectivités locales,

associations, acteurs institutionnels, fonds d'investissements, organismes de formation...). Au niveau départemental, la Sécurité routière développe des Plans départementaux d'action de sécurité routière, dont l'un des pans concerne le risque routier professionnel. Par ailleurs, la Sécurité routière a mis en place un dispositif « employeurs engagés », qui met à disposition des entreprises un ensemble de moyens de sensibilisation sur le comportement routier. Les assureurs de flottes automobiles peuvent être de précieuses sources de formations et d'outils de sensibilisation à la conduite en sécurité. Les associations de promotion de mobilité durable peuvent également fournir des outils de sensibilisation et de formation à la pratique du vélo. Par exemple, la FUBicy (www.fubicy.fr) a élaboré un dispositif de labellisation d'entreprise (le label « Employeur Pro-vélo ») qui intègre

un volet très complet sur la sécurité. Les services de prévention et de santé au travail (SPST) peuvent être des contributeurs à la rédaction du DUERP, tant dans l'analyse des risques routiers professionnels que dans les mesures de prévention à mettre en œuvre. Ils ont aussi un domaine d'expertise dans la lutte contre les addictions, ainsi que dans les conseils d'hygiène de vie. Enfin, les caisses régionales de santé au travail (Carsat, CGSS et Cramif) sont les partenaires privilégiés des entreprises dans le cadre de la réduction de l'exposition des salariés aux risques liés aux missions et aux trajets. Conseil, accompagnement, formation, financement d'équipements, sont autant d'outils que peuvent mobiliser ces caisses pour contribuer à réduire la sinistralité de la mobilité professionnelle. Il en va de même pour l'OPPBT dans le secteur du bâtiment, et la MSA dans le monde agricole.

(désorganisation, turnover, absentéisme). Il y a lieu de distinguer deux types de risque routier en lien avec le travail : le risque mission et le risque trajet.

- **Le risque mission** concerne les déplacements effectués pendant le temps de travail et nécessaires à l'exécution de ce dernier : intervention technique, visite en clientèle, réunion sur un autre site, transport d'un bien ou d'une personne... Le travailleur se trouve alors sous l'autorité de l'employeur. Le risque mission est responsable du tiers des accidents mortels liés aux mobilités professionnelles. Le temps passé sur la route (comme dans les métiers du transport et de la livraison) ; la multiplicité des lieux de travail, avec des itinéraires variables et méconnus (par exemples, aide à domicile, nettoyage) ; l'inexpérience des salariés jeunes et précaires ; les moyens de transport utilisés (deux-roues motorisés, EDP-m²), leur inadéquation ou le mauvais état des véhicules personnels utilisés par les salariés dans le cadre de leur mission, sont autant de facteurs augmentant le risque que les salariés aient un accident de la route.

- **Le risque trajet** concerne les déplacements effectués entre le domicile du travailleur et son lieu de travail habituel. Il inclut les détours réguliers nécessaires à la vie quotidienne, comme aller chercher les enfants à l'école, ainsi que les déplacements entre le lieu de travail et celui de restauration. Le Code de la Sécurité sociale considère que les accidents de trajet domicile-travail sont des accidents du travail, bien que le salarié ne soit pas sous l'autorité de l'employeur durant ces trajets. Les accidents de trajet domicile-travail sont responsables des deux tiers des accidents mortels liés aux mobilités professionnelles. Le niveau du risque trajet est très sensible aux horaires atypiques, à la multiplicité des lieux de travail, à la nature des moyens de transport utilisés, ainsi qu'à leur entretien et à leur ancienneté. Chacun de ces deux risques exige une réponse adaptée de la part de l'employeur, en agissant en interne, mais aussi dans l'écosystème où évolue l'entreprise.

L'employeur face au risque mission

En ce qui concerne le risque mission, l'employeur dispose d'un ensemble de leviers d'action directs. La loi l'oblige à faire figurer ce risque et les mesures de prévention associées dans le document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP). La démarche consiste à bâtir une stratégie de réduction des risques en partant d'un état des lieux qui intègre l'analyse de l'exposition des salariés à ce risque, l'analyse des accidents de mission, ainsi que des « presque-accidents » connus. L'analyse doit être exhaustive et ne pas porter que sur la population pressentie comme la plus exposée. Tous les déplacements de mission doivent être analysés. Les



personnes en charge de cette analyse vont rechercher les faits impliqués dans l'accident et les classer selon quatre axes, pour permettre de proposer des actions de prévention adaptées.

L'axe organisation des déplacements

Comme toute autre activité au sein d'une entreprise, les déplacements professionnels constituent une activité de travail à part entière. Leur organisation ne doit pas reposer uniquement sur le travailleur, mais au contraire, faire l'objet d'une réflexion en amont de la part de l'employeur. Les leviers principaux consistent à :

- éviter les déplacements qui peuvent être remplacés par des actions à distance (visioconférence, télémaintenance) ;
- favoriser le report modal vers les transports collectifs (train, bus, etc.) ;
- limiter l'ampleur des zones géographiques attribuées aux travailleurs itinérants ;
- planifier et préparer les déplacements en veillant à intégrer le temps de conduite dans le temps de travail total, éviter la conduite de nuit ou à la suite d'une activité éprouvante (activité physique, vol de nuit) et en tenant compte des temps réels de trajet, afin de ne pas mettre le travailleur dans une situation le poussant à prendre des risques pour éviter d'être en retard.

L'axe gestion des communications mobiles

Une conversation téléphonique, même sur kit mains libres, multiplie par trois le risque d'accident ; la rédaction d'un message écrit le multiplie par 21. Les communications mobiles, vocales comme écrites, placent l'individu devant un dilemme : privilégier son travail en traitant immédiatement l'appel ou



le message, ou bien privilégier sa sécurité en restant concentré sur sa conduite. Chacun réagit à sa manière et peut même réagir différemment, suivant les circonstances et son état de stress. Aussi est-il important de soumettre le moins possible le travailleur à cette situation. L'usage de tous les distracteurs technologiques (téléphone, messagerie écrite, navigateur, informatique embarquée) doit être analysé et faire l'objet d'un protocole d'utilisation. L'objectif est que le salarié n'utilise pas ces distracteurs, hors consultation de l'écran GPS, lorsque le véhicule qu'il conduit est en mouvement. Créneaux spécifiques d'appels, consignes d'appel en fonction du degré d'urgence, bascules automatiques sur messagerie sont les principales mesures à mettre en œuvre.

L'axe gestion des véhicules

Le véhicule à usage professionnel doit être adapté au déplacement et à la mission à réaliser. Il est préférable que l'employeur mette à disposition des salariés une flotte de véhicules dont il gère le choix et l'entretien. La formule de la location longue durée permet à l'entreprise de renouveler fréquemment les véhicules, l'assurant ainsi d'avoir des véhicules en bon état, mais également équipés des derniers dispositifs d'assistance à la conduite et de sécurité. Un suivi formalisé de l'entretien de ces véhicules permet d'en réaliser la maintenance préventive, ce qui évite de laisser sur la route des véhicules potentiellement dangereux.

L'axe gestion des compétences des travailleurs

L'employeur doit s'assurer que les travailleurs devant se déplacer dans le cadre de leurs missions sont bien titulaires du permis de conduire correspondant au véhicule utilisé. Il doit aussi s'assurer de leur aptitude médicale à la conduite, par le respect de la fréquence des visites médicales. Des opérations de sensibilisation aux risques liés aux addictions et à l'hygiène du sommeil doivent

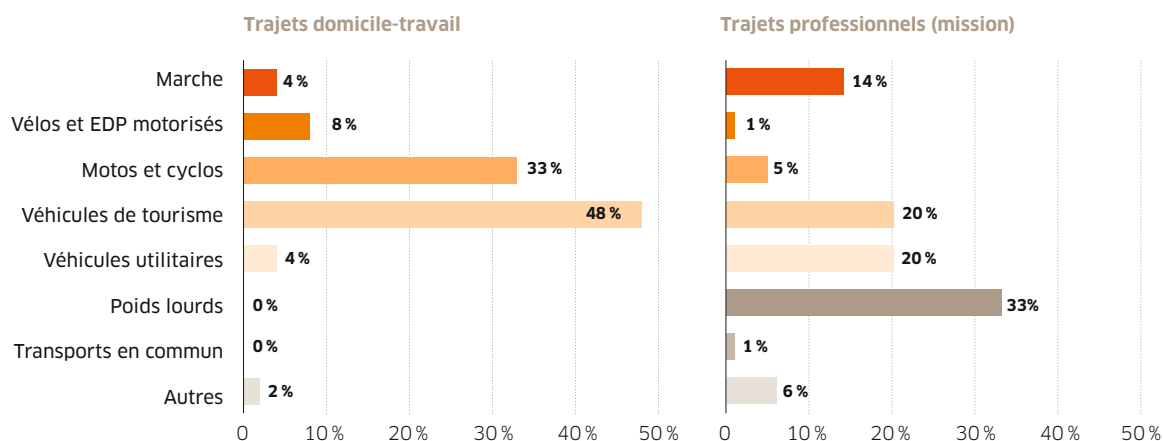
être réalisées. Il y a également lieu d'inciter les salariés à signaler à leur médecin traitant leur activité de conduite lors d'une prescription de médicaments. Ces sensibilisations peuvent être organisées par un « référent risque routier³ », qui pourra en outre organiser des formations adaptées aux différents métiers, voire des stages pratiques pour les salariés les plus exposés, tels que les travailleurs effectuant des kilométrages élevés ou les utilisateurs de deux-roues. Une tâche essentielle du référent risque routier réside dans l'accueil des nouveaux embauchés : 30 % des salariés décédés lors de missions ont moins d'un an d'ancienneté. L'identification des besoins de sensibilisation et de formation de cette catégorie de travailleurs et leur formation à la prévention du risque routier sont indispensables.

L'employeur face au risque trajet domicile – travail

Les accidents de trajet occasionnent deux fois plus de décès que les accidents de mission (Cf. Figure 3). L'enjeu est donc capital. Bien que le salarié ne soit pas sous l'autorité de son employeur durant ses trajets domicile–travail, l'exposition au risque est bien réelle et il est bien sûr de l'intérêt de l'employeur de mettre en œuvre tous les moyens dont il dispose pour réduire ce risque.

Si, contrairement au risque mission, la loi n'oblige pas l'employeur à intégrer le risque trajet dans le DUERP, il a cependant tout intérêt à le faire. La démarche d'analyse des accidents du travail en mission peut être transposée aux accidents survenant en trajet, en reprenant *a minima* les quatre axes de gestion abordés plus haut. L'analyse et les mesures de prévention associées à chacun de ces deux risques doivent toutefois être traitées séparément dans le DUERP, car les obligations, interdictions et limitations imposées par l'employeur à ses salariés pour gérer le risque mission se transforment en

FIGURE 3 →
Accidents mortels sur la route en lien avec le travail en 2022, selon le mode de locomotion : comparaison entre les risques « trajet » et « mission » (source : ministère du Travail).



incitations et en aménagements, dès lors qu'il s'agit de limiter le risque trajet [1].

Le champ d'action est toutefois plus vaste, notamment par la mise à contribution d'acteurs externes institutionnels dédiés à la gestion de la mobilité (Cf. *Encadré p. 56*), à la transition énergétique et à la prévention des risques professionnels. Il s'inscrit également dans un environnement juridique dont la dernière évolution majeure est la promulgation de la loi d'orientation des mobilités (notée LOM), publiée au *Journal officiel* le 26 décembre 2019 [2]. Cette loi d'orientation est avant tout motivée par des contingences environnementales, en aménageant pour les mobilités du quotidien, y compris professionnelles, un cadre favorable au report modal des trajets, depuis les véhicules individuels vers les transports en commun ainsi que vers les mobilités actives, telles que le vélo. À l'échelle de l'entreprise, les mécanismes de la LOM peuvent toutefois constituer une opportunité pour intégrer des mesures de prévention des risques liés aux trajets, en les faisant converger vers les objectifs environnementaux.

La LOM impose à toutes les entreprises de plus de 50 salariés d'intégrer la mobilité domicile-travail au volet « qualité de vie au travail » des négociations annuelles obligatoires (NAO). À défaut d'un accord, ces entreprises sont tenues de mettre en place un plan de mobilité employeur (PDME). Dans ces deux cas, la démarche est sensiblement la même : l'entreprise nomme un « référent mobilités », qui établit un diagnostic, définit des objectifs, élabore un plan d'action et procède au suivi des actions et des résultats, pendant et après la mise en œuvre du plan.

Le Livre blanc « *Prévenir le risque trajet domicile-travail* », paru en 2012 [3], constitue encore une excellente source d'inspiration pour bâtir le volet santé-sécurité du PDME ou le volet dédié des NAO. Les douze propositions qu'il présente balayent les problématiques d'organisation du travail et des déplacements, d'aménagement de l'espace et des points de vigilance sur certains modes de transport et certaines catégories de personnel.

Ces propositions sont les suivantes :

- **Développer une concertation entre les parties prenantes.** Les salariés et les représentants du personnel doivent être associés à la réflexion. Il importe que les DRH et les partenaires sociaux soient correctement informés sur les problématiques des risques liés à la mobilité, afin que les accords de mobilité durable ou le PDME ne soient pas uniquement articulés autour d'enjeux environnementaux. Il est également indispensable qu'un préventeur soit associé à la démarche. Une concertation doit aussi être entreprise avec les autres acteurs du territoire, tels que les entreprises voisines ou bien les associations d'entre-

prises, afin d'envisager des actions mutualisées, à porter éventuellement auprès de collectivités locales.

- **Profiter du PDME** ou de l'accord de mobilité durable pour aborder les thèmes santé-sécurité des trajets domicile-travail, et les aligner autant que possible sur les objectifs environnementaux de la LOM.
- **Aménager l'organisation du travail** dans le but de réduire les déplacements et les contraintes horaires. Cela se traduit concrètement par la mise en place du télétravail et par l'aménagement d'horaires flexibles pour les prises de poste, afin d'éviter que des travailleurs soient amenés à prendre des risques pour respecter une heure fixe d'arrivée sur le lieu de travail.
- **Développer des services aux salariés** afin de réduire ou faciliter les trajets pour les entreprises éloignées des centres-villes, tels que des restaurants ou des crèches d'entreprise ou interentreprises.
- **Faciliter les possibilités de logement** à proximité du lieu de travail, par des prêts immobiliers négociés, des accords avec des bailleurs sociaux, ou encore des aides pour faciliter les déménagements.
- **Aider les salariés à organiser leurs trajets.** L'information complète sur les moyens d'accéder à l'entreprise (desserte par les transports en commun, pistes cyclables sécurisées) peut aider à changer des habitudes. Il en va de même pour des formations ciblées, comme l'écoconduite ou bien la pratique en sécurité du vélo ou des deux-roues motorisés. Cela peut également être la mise à disposition de navettes d'entreprise ou interentreprises pour acheminer les salariés vers une gare de transport collectif.
- **Réduire le risque lié à l'usage des deux-roues motorisés (2-RM)**, dont la majeure partie de la sinistralité est due à l'inexpérience, à l'inadaptation de la vitesse et au manque de visibilité par les autres usagers de la route. La sensibilisation à la vulnérabilité, la formation à la conduite en sécurité, l'incitation au port de protections et au report modal lorsque les conditions sont défavorables, sont les pistes à privilégier.
- **Sécuriser les conditions de covoiturage.** Le covoiturage en lui-même n'apporte *a priori* pas de surcroît de sécurité à ses usagers par rapport à des trajets individuels. L'entreprise n'a pas intérêt à en organiser les modalités, au risque de voir sa responsabilité engagée en cas d'accident. Son rôle doit donc être d'en faciliter l'usage : zone de parking prioritaire, horaires aménagés, « garantie de retour » (organisation de moyens alternatifs de trajet au retour en cas d'indisponibilité du covoitureur), formation à la conduite, prise en charge de certains frais liés aux véhicules des covoitureurs.



- **Sécuriser l'usage du vélo.** L'employeur peut décider de promouvoir le vélo, en l'incluant par exemple dans l'octroi du forfait mobilités durables, à condition qu'un diagnostic préalable soit établi afin d'écarter la promotion de ce mode de transport, si l'environnement est trop hostile. Il y a lieu ensuite de privilégier un accompagnement par des associations de promotion de la pratique du vélo qui proposent des méthodes et du contenu de sensibilisation aux risques et aux points de vigilance relatifs aux itinéraires sécurisés, aux équipements de protection et au respect de règles de conduite en sécurité.
- **Développer l'approche territoriale.** L'étalement urbain de l'habitat et la dissémination des activités économiques dans des zones d'activité, souvent éloignées des centres-villes, entraînent depuis des décennies des besoins de transport individuel. Le développement de ces zones d'activité a pu se faire sans planifier le quotidien des gens qui y travaillent, notamment à l'égard des déplacements. Initier une démarche de plan de déplacements interentreprises (PDIE), à l'échelle de la zone d'activité, permet d'envisager des solutions qui seraient inatteignables si elles n'étaient portées que par une seule entreprise, telles que la refonte de la signalisation, de l'éclairage, la modification de la voirie, la création d'un restaurant inter-entreprises, ou encore la modification lourde de la desserte en transports en commun de la zone d'activité. Ces actions supposent des relais, tels que les chambres consulaires, auprès des collectivités locales, des gestionnaires d'infrastructures et des autorités organisatrices de mobilité (AOM).
- **Réduire le risque d'accident lié aux horaires atypiques.** Le travail de nuit et les horaires décalés obligent souvent les travailleurs qui y sont soumis à utiliser un véhicule personnel, la desserte par des transports en commun n'étant pas assurée. Le travail de nuit présente en outre des impacts sur le métabolisme, qui peuvent altérer la vigilance. Par ailleurs, les journées morcelées avec de grandes amplitudes horaires incitent à multiplier les allers-retours domicile-travail, ce qui accroît l'exposition au risque. Sa réduction passe donc en premier lieu par une limitation du recours aux horaires de nuit, aux horaires décalés et aux coupures trop longues dans les journées de travail. Dans l'impossibilité de procéder à ces réductions, l'employeur doit organiser le travail de ses salariés, afin de minimiser les impacts du travail de nuit sur leur santé, suivre la sinistralité et faciliter le retour à des horaires classiques pour les salariés présentant un risque en raison de leur âge ou de leur état de santé.
- **Réduire le risque trajet des salariés à statut précaire (CDD, stagiaires, intérimaires).** Ces travailleurs sont souvent jeunes, soumis à des horaires décalés, pouvant circuler avec des véhicules anciens et peu entretenus, ainsi que sur des deux-roues motorisés: autant de facteurs expliquant leur surreprésentation dans la sinistralité liée au trajet domicile-travail. L'entreprise d'accueil de ces salariés doit se concerter avec les organismes de formation et les entreprises de travail temporaire, pour élaborer des solutions venant réduire les risques auxquels ils sont exposés.



© Fabrice Dimier pour l'INRS / 2016

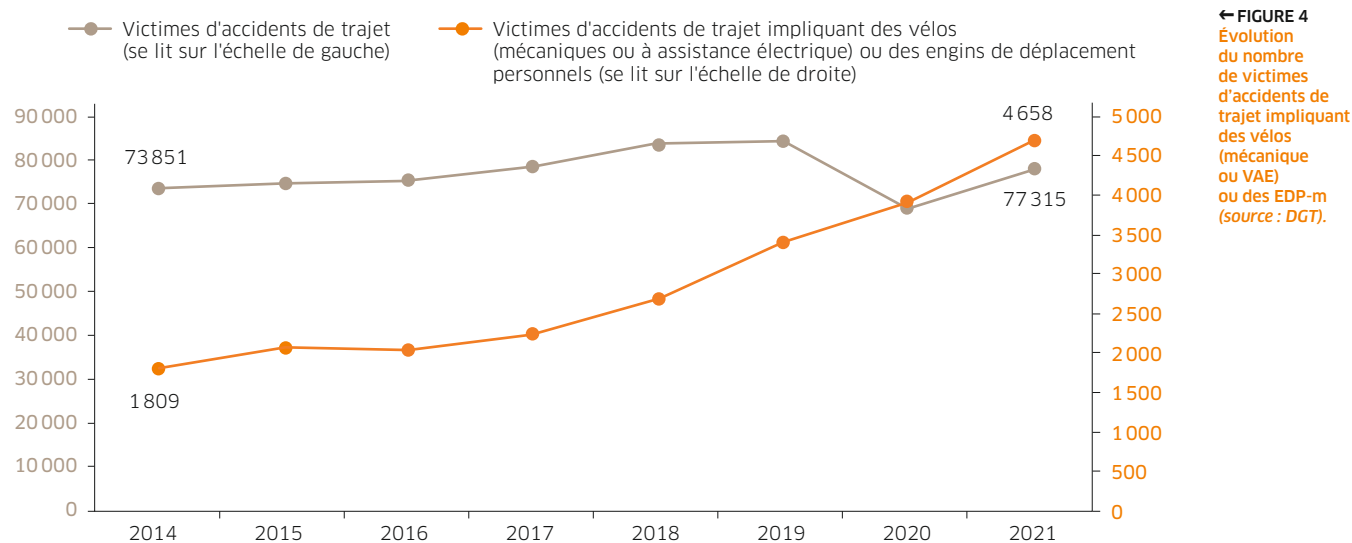


FIGURE 4
Évolution du nombre de victimes d'accidents de trajet impliquant des vélos (mécanique ou VAE) ou des EDP-m (source : DGT).

Les axes de travail présentés dans le Livre blanc [3] gardent toute leur pertinence aujourd'hui à l'échelle de l'entreprise. Il est important de tenir compte de l'évolution des mobilités alternatives, notable lors des dix dernières années, avec une accélération depuis la crise sanitaire de la Covid-19. Les vélos à assistance électrique (VAE) et les EDP-m sont devenus performants et accessibles. Leur usage s'est étendu, et ce d'autant plus depuis l'apparition en 2018 des formules de location de VAE et de trottinettes électriques en libre-service sans station d'accueil. Ces modes de transport sont encore marginaux par rapport à la voiture particulière et aux transports en commun, mais leur utilisation ne cesse d'augmenter.

Si la progression de la sinistralité des vélos classiques est inférieure à celle de leur utilisation, il n'en va pas de même pour les VAE et les EDP-m. Ces deux catégories d'engins permettent des vitesses moyennes plus élevées que les vélos classiques et sont utilisées sur des distances plus importantes, ce qui accroît l'exposition au risque. Par ailleurs, l'usage des EDP-m est facilité par la possibilité de les utiliser dans un cadre intermodal, y compris pour les trottinettes électriques : 13 % des trajets à trottinette électrique se font de manière intermodale, en complément de parcours en transports en commun ou en voiture particulière. Entre 2014 et 2021, le nombre de victimes d'accidents de trajet, tous modes confondus, a augmenté de 4,7 % ; l'augmentation est de 157 % si l'on ne prend en compte que les vélos et les EDP-m. En 2022, les accidents de vélos et EDP-m ont représenté 8 % des accidents mortels de trajet domicile-travail, alors que ce chiffre était de 6 % en 2021 (Cf. Figure 4). Compte tenu des politiques publiques menées pour décarboner les transports du quotidien, il est

peu probable que la tendance de progression d'utilisation des VAE et EDP-m s'inverse ; aussi est-il important pour les entreprises d'adapter leurs actions de sensibilisation et de formation à ces nouvelles mobilités. ●

1. Voir : <https://www.onisr.securite-routiere.gouv.fr>
Ces chiffres peuvent apparaître comme élevés en regard des statistiques de la Cnam pour les salariés ; ils proviennent de l'ONISR, qui rassemble les statistiques provenant de l'ensemble des régimes (général, agricole, indépendants, etc.).

2. EDP-m : engin de déplacement personnel motorisé : trottinettes électriques, gyropodes, hoverboards, gyroroues, cyclomobiles légers.

3. La désignation du référent risque routier par l'employeur, parmi le personnel de l'entreprise, est une préconisation de l'Assurance maladie - Risques professionnels. Ce référent est formé à analyser et évaluer les risques routiers professionnels, dans le but de proposer des pistes d'amélioration et des mesures de prévention. Il anime le projet de prévention des risques routiers de son entreprise par l'application d'un plan de prévention du risque routier.

BIBLIOGRAPHIE

[1] INRS – L'essentiel sur le risque routier. ED 6545.
Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206545>

[2] MINISTÈRES DES TRANSPORTS
ET DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE –
La loi d'orientation des mobilités. Accessible sur : <https://www.ecologie.gouv.fr/loi-dorientation-des-mobilites>

[3] INRS – Le livre blanc « Prévenir le risque trajet domicile-travail ». *Références en santé au travail*, 2013, 133, p. 8. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=AC%2052>



Études & solutions

Notes techniques

Résultats de mesures d'endotoxines :
exploitation et impact
sur les valeurs guides existantes
P.63

La distribution granulométrique
des aérosols au poste de travail :
quels moyens,
quelles méthodes de mesure ?
P.70

Étude de cas

Aspirateurs de chantier :
évolution des performances
en cours d'utilisation
P.78

Base de données Colchic

Exposition professionnelle
à des agents chimiques ou biologiques
dans l'industrie de la viande (2015-2024)
P.86

Notes techniques

RÉSULTATS DE MESURES D'ENDOTOXINES : EXPLOITATION ET IMPACT SUR LES VALEURS GUIDES EXISTANTES

LISE ALONSO,
ANDREA EMILI,
PAULINE
LOISON,
GAUTIER MATER,
XAVIER SIMON
INRS,
département
Métrologie des
polluants

ÉRIC DURAND-
BILLAUD
INRS,
département
Études et
assistance
médicales

BRIGITTE
FACON,
VALÉRIE
RENEVOT
Cramif,
laboratoire des
Biocontaminants

SÉBASTIEN
NICOLAS
Carsat Pays-
de-la-Loire,
Laboratoire
intéregional de
chimie de l'Ouest
(Lico)

PHILIPPE
DUQUENNE,
JONATHAN
CHÉRON
INRS,
département
Ingénierie des
procédés

CHRISTINE
DAVID, MYRIAM
BOUSLAMA
INRS,
département
Expertise
et conseil
technique

Cet article a pour objectif de présenter un état des lieux des niveaux de concentration en endotoxines enregistrés pendant plus de onze années dans différents secteurs d'activités en France. L'exploitation de ces niveaux d'exposition permet de conforter les deux valeurs guides endotoxines de 200 UE/m³ et de 1 000 UE/m³ proposées en 2015.

Les endotoxines sont des molécules constituant la paroi des bactéries à Gram négatif. Elles sont présentes dans de nombreuses matrices (eaux résiduelles, déchets ménagers solides, poussières déposées, composts, etc.) et peuvent être mises en suspension dans l'air des environnements professionnels par le biais de procédés ou de tâches émettant des aérosols. L'exposition des travailleurs aux endotoxines a été mise en évidence dans de nombreux secteurs d'activité, et leur inhalation peut engendrer des effets sur la santé. Aussi, des valeurs guides (200 et 1 000 unités endotoxines par mètre cube d'air : UE/m³) ont été proposées en 2015¹, afin d'harmoniser l'interprétation des résultats de mesure des endotoxines dans l'air, de sensibiliser les entreprises, de définir et de prioriser des actions de prévention à engager [1]. Lors de ce travail initial, il avait été proposé de reconsidérer régulièrement ces valeurs en fonction des résultats de mesure qui alimentent progressivement la base de données Colchic². Depuis 2015, des prélèvements d'endotoxines supplémentaires ont été effectués dans de nombreux secteurs d'activité en France. Cet article a pour objectif de réaliser un état des lieux des niveaux d'exposition rencontrés dans ces secteurs d'activité, afin de juger de la pertinence des valeurs guides précédemment établies.

Effets sur la santé

Plusieurs études ont mis en évidence une prévalence accrue de signes cliniques tels que toux, essoufflement et oppression thoracique dans les milieux professionnels les plus exposés à des endotoxines [2-4]. Ces manifestations sont en rapport avec un phénomène inflammatoire et non pas allergique.

Une exposition massive à des poussières organiques contaminées par des endotoxines est par ailleurs associée au syndrome toxique des poussières organiques, qui se traduit par des signes généraux (fièvre, malaise, douleurs diffuses) et respiratoires (gêne thoracique, toux). La guérison est rapide et sans séquelles.

D'autres études, basées sur des examens paracliniques (épreuves fonctionnelles respiratoires, marqueurs d'inflammation...), ont mis en évidence une hyper-réactivité bronchique non spécifique ou une augmentation des taux de marqueurs de l'inflammation dans le sang ou le liquide de lavage broncho-alvéolaire entre le début et la fin du poste de travail [5]. Ainsi, la diminution du volume expiratoire maximal par seconde en rapport avec une altération de la fonction respiratoire peut être, dans certaines conditions, corrélée à la concentration d'endotoxines dans l'air, de 1 000 UE/m³ à 80 000 UE/m³ et de 60 UE/m³ à 7 790 UE/m³ respectivement selon deux études [6,7]. L'effet de l'exposition aux endotoxines sur les résultats de l'exploration fonctionnelle respiratoire a depuis été confirmé par plusieurs études [8,9]. Par ailleurs, chez les travailleurs présentant une bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) ou un asthme, ces pathologies peuvent être aggravées à la suite d'expositions à des endotoxines, notamment lorsqu'elles sont prolongées ou répétées [8].

Malgré les connaissances acquises sur les symptômes respiratoires et généraux attribués à des expositions professionnelles aux endotoxines, de nombreuses interrogations persistent, notamment en ce qui concerne le lien dose-effet.

Ainsi, la concentration d'endotoxines en dessous de laquelle il n'est pas décrit de signe clinique n'a pas pu être établie à ce jour. Des manifestations



RÉSUMÉ

Les endotoxines sont des constituants de la membrane externe de certaines bactéries qui peuvent être mis en suspension dans l'air au cours de certaines tâches professionnelles, et qui sont susceptibles d'être inhalés par les travailleurs. L'exposition aux endotoxines a été associée à des effets sur la santé, mais il persiste de nombreuses interrogations en ce qui concerne le lien dose-effet. Il reste donc important de mesurer les concentrations en endotoxines aux postes de travail pour mieux caractériser l'exposition des salariés et aider à l'interprétation des données de mesures. Plus de onze années de mesures enregistrées dans la base de données Colchic ont été exploitées pour réaliser un état des lieux des niveaux de concentration en endotoxines rencontrés dans plusieurs secteurs d'activité en France. Les résultats confirment que les concentrations mesurées en ambiance de travail sous-estiment l'exposition individuelle des salariés d'un facteur deux. Par ailleurs, une importante variabilité des concentrations est observée d'un secteur d'activité à un autre. Toutefois, l'exploitation de ces données montre que les valeurs guides proposées en 2015, à savoir 200 UE/m³ et 1 000 UE/m³, restent pertinentes et utiles pour harmoniser l'appréciation des situations de travail et engager de manière pragmatique les actions de prévention prioritaires.

RESULTS OF ENDOTOXIN MEASUREMENTS: USE AND IMPACT ON EXISTING GUIDELINE VALUES

Endotoxins are components of the external membrane of some bacteria which can be suspended in the air during certain work tasks, and can be inhaled by workers. Exposure to endotoxins has been associated with health effects, but many questions linger about the dose/effect relationship. It therefore remains important to measure endotoxin concentrations at workstations to better characterise workers' exposure and help to interpret the measurement data. More than 11 years' worth of measurements recorded in the Colchic database were analysed to draw up an inventory of the endotoxin concentration levels encountered in several activity sectors in France.

The results confirm that the concentrations measured in the work atmosphere underestimate workers' individual exposure by a factor of 2. Moreover, concentration varied heavily from one sector to another. However, the analysis of these data shows that the guideline values proposed in 2015, i.e. 200 UE/m³ and 1,000 UE/m³ are still pertinent and useful for harmonising the assessment of work situations and pragmatically undertaking priority prevention measures.

respiratoires à la suite d'expositions inférieures à 100 UE/m³ dans l'air ambiant ont été décrites, bien que le niveau de preuve du lien de cause à effet soit relativement faible [8].

Deux revues récentes [10,11] soulignent que les résultats des études réalisées sur le lien de cause à effet sont difficiles à interpréter en raison de

méthodes de prélèvement et d'analyse des expositions différentes. L'une d'elles [10] met également en lumière que l'approche par secteur professionnel semble insuffisante et devrait s'accompagner d'une analyse par type d'activité, voire par tâche de travail. En effet, dans un même secteur, les expositions peuvent grandement varier d'un poste à l'autre. Par ailleurs, il est essentiel de tenir compte des autres expositions possibles (poussières, autres agents biologiques ou chimiques). La co-exposition à des agents biologiques et chimiques, fréquemment rencontrée en milieu professionnel, peut renforcer les effets néfastes des endotoxines. C'est le cas, par exemple, dans les élevages de porcs, où des travailleurs exposés de façon chronique à l'ammoniac et aux détergents peuvent déclencher des inflammations du tractus respiratoire en présence de faibles concentrations d'endotoxines [10].

Ces différents constats montrent qu'il est important de poursuivre les efforts pour la prévention des risques professionnels liés à l'exposition aux endotoxines. Pour cela, il peut être nécessaire de mesurer les concentrations d'endotoxines aux postes de travail pour mieux caractériser l'exposition des travailleurs et, le cas échéant, pour mettre en place des mesures de prévention adéquates et évaluer leur efficacité, afin de réduire de façon significative les niveaux d'exposition.

Méthode et stratégie de mesure des endotoxines

La métrologie atmosphérique permet de mesurer les endotoxines présentes dans un environnement de travail. On distingue :

- l'exposition des travailleurs qui est évaluée par le biais de mesures individuelles, effectuées au niveau des voies respiratoires du travailleur ;
- les mesures d'ambiance de travail qui sont effectuées à des points fixes, stratégiquement positionnés à différents endroits pour cartographier un environnement de travail ;
- et les mesures de référence qui sont réalisées dans des lieux supposés non contaminés par les activités de l'entreprise (bureau, air extérieur) pour évaluer le « bruit de fond ».

Ces mesures de référence réalisées hors de la zone de travail d'intérêt permettent de vérifier que les endotoxines détectées dans l'atmosphère de travail sont bien générées par l'activité de l'entreprise.

L'air extérieur est considéré comme faiblement contaminé en l'absence de source d'émission ; il constitue donc une référence incontournable, pour autant que le point de mesure soit positionné à un endroit non influencé par d'autres sources de contamination. Ces mesures de référence jouent un rôle important pour l'interprétation des données et peuvent avoir un intérêt pédagogique afin de démontrer l'origine de la pollution.

TYPE DE PRÉLEVEMENT	NOMBRE DE MESURES	MOYENNE ARITHMÉTIQUE	VALEUR MINIMALE	CENTILE 80	CENTILE 90	VALEUR MAXIMALE
Tous	1838	962	0,05	392	1 316	83 703
Individuel	1047	1 396	0,30	433	2 031	83 703
Ambiance	791	389	0,05	352	920	11 744
Référence	313	3	0,03	4	7	124

Les endotoxines dans l'air des lieux de travail sont collectées par un prélèvement actif sur filtre et dosées suivant une méthode spectrophotométrique qui permet de déterminer une concentration en unité d'endotoxines par mètre cube d'air [12]. La méthode MétroPol M-154³ a été utilisée pour effectuer les mesures d'endotoxines. Le prélèvement est réalisé à un débit de 2 L.min⁻¹ à l'aide d'une cassette fermée comportant trois pièces de 37 mm de diamètre et équipée d'un filtre en fibres de verre apyrogène (c'est-à-dire exempt de substances pyrogènes et notamment d'endotoxines). Les cassettes sont assemblées dans des conditions limitant tout risque de contamination. Pour l'analyse, le filtre en fibres de verre est retiré de la cassette, placé dans un tube contenant de l'eau apyrogène et agité à forte vitesse (environ 2000 rotations par minute) afin d'extraire les endotoxines. L'extrait est ensuite centrifugé avant le dosage, qui s'effectue à l'aide d'une méthode spectrophotométrique cinétique avec le réactif LAL (lysate d'amœbocyte de limule). Toutes les mesures réalisées par cette méthode sont ensuite enregistrées dans la base de données Colchic.

Exploitation des données issues de la base de données Colchic

Données de mesures retenues pour l'analyse

Les données exploitées proviennent de la base Colchic et concernent les mesures individuelles et d'ambiance de travail enregistrées entre 2011 et 2022. Ces mesures concernent des prélèvements réalisés sur une durée comprise entre 60 et 480 minutes. Par convention, les valeurs dont la concentration était inférieure à la limite de quantification (LQ) ont été remplacées par LQ/2. Les mesures de référence ont été retirées de l'analyse des expositions mais sont présentées, pour comparaison, dans le *Tableau 1*.

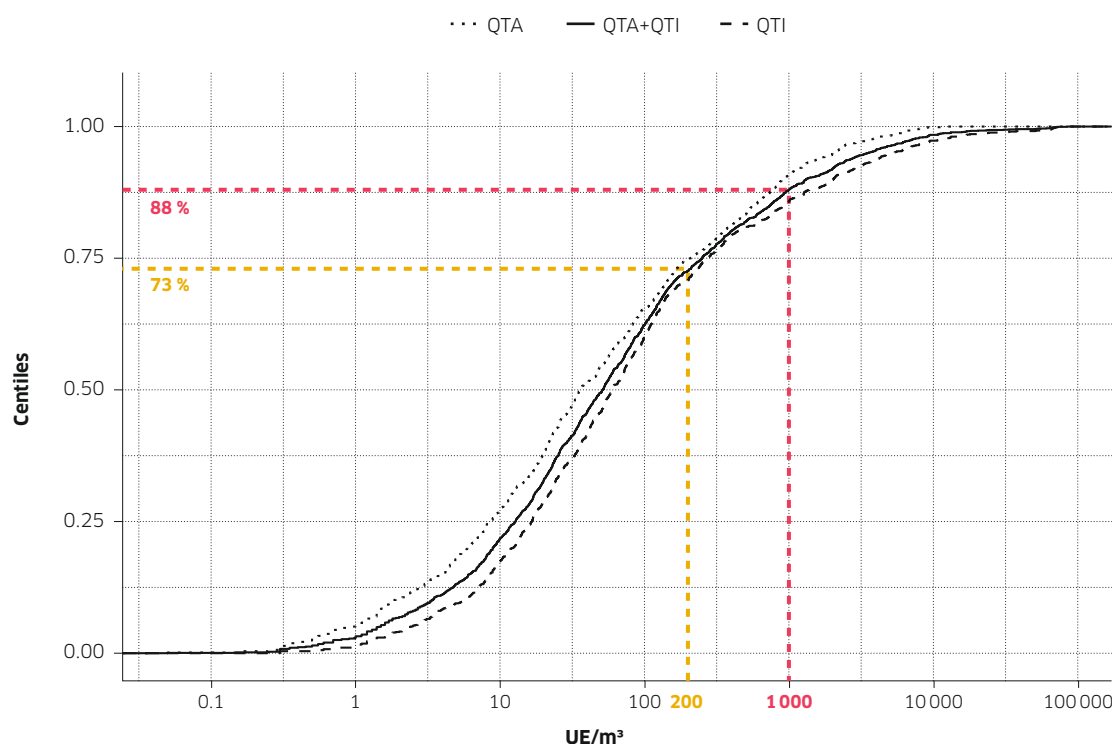
Analyse des données

Après épuración, 1838 mesures d'endotoxines ont été intégrées pour l'analyse descriptive des concentrations. Les mesures individuelles représentent 57 % des mesures ; les 43 % restant sont des mesures d'ambiance des lieux de travail (Cf. *Tableau 1*).

Globalement, 27 % des mesures d'endotoxines dépassent la valeur guide de 200 UE/m³ et 12 %, celle

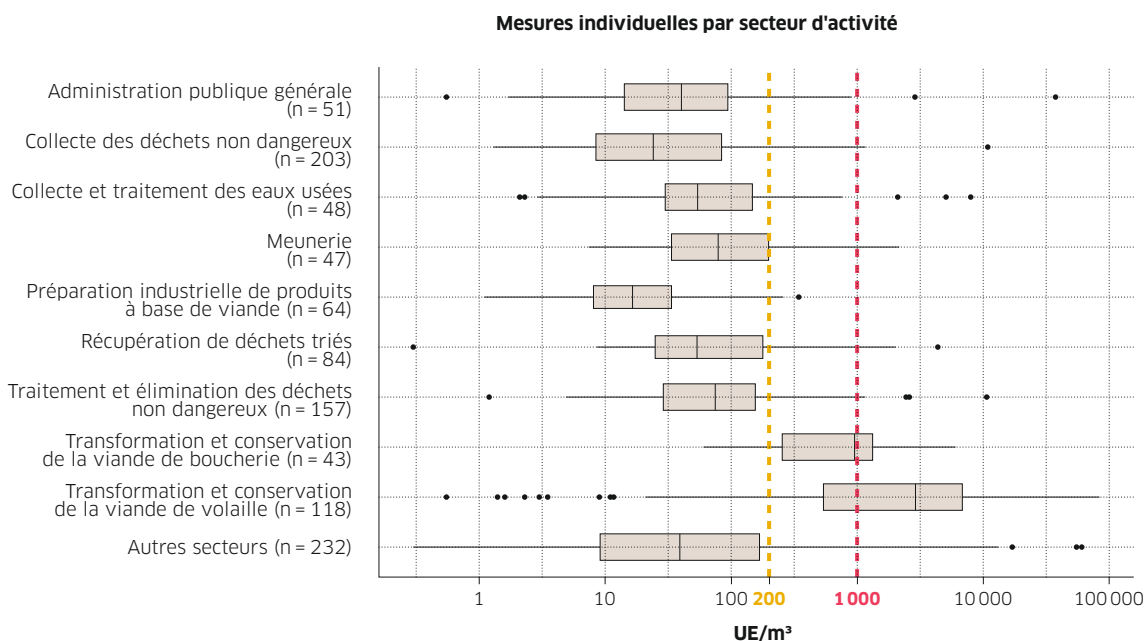
↑ **TABLEAU 1**
Distribution des concentrations individuelles et d'ambiance en endotoxines [UE/m³].

Distribution des concentrations en endotoxines par type de prélèvement (individuel et ambiance)



← **FIGURE 1**
Distribution des mesures d'endotoxines par rapport aux valeurs guides. QTI : quantitatif individuel (distribution des données de mesures individuelles). QTA : quantitatif ambiance (distribution des données de mesures en ambiance). QTI + QTA : distribution de l'ensemble des données de mesure.

FIGURE 2 →
Distribution des expositions en endotoxines par secteur d'activité (n ≥ 20). Les traits verticaux jaune et rouge représentent respectivement les valeurs guides de 200 UE/m³ et 1000 UE/m³.



Opération de maintenance (décrochage de déchets) dans une usine d'assainissement de l'eau.

de 1000 UE/m³ (Cf. Figure 1). En prenant en compte les seuls prélèvements individuels, cette proportion augmente légèrement, avec respectivement 29 % et 14 % de dépassements. Par ailleurs, les résultats présentés dans le Tableau 1 mettent en évidence que les concentrations mesurées en ambiance de travail sous-estiment l'exposition du

travailleur. En effet, pour le 90^e centile, la valeur en individuel est environ deux fois celle de l'ambiance. Cette différence s'explique par le fait que les prélèvements réalisés dans la zone respiratoire des travailleurs permettent de prendre en compte l'ensemble des expositions liées aux gestes, aux postures, aux déplacements et à la position du travailleur proche de la source d'émission ; les prélèvements d'ambiance sont représentatifs de la zone échantillonnée et ils ne prennent donc pas en compte toutes ces sources de variabilité.

La Figure 2 met en évidence la variabilité des expositions individuelles d'un secteur d'activité à l'autre. Parmi les secteurs pour lesquels on dispose de plus de 20 mesures, les secteurs de la transformation et conservation de la viande de boucherie (n = 43) et de la viande de volaille (n = 118) présentent des concentrations supérieures à 1000 UE/m³ dans respectivement 42 % et 69 % des situations de travail investiguées. À l'inverse, la préparation industrielle de produits à base de viande (n = 64) enregistre les niveaux les plus bas, avec seulement 5 % des mesures dépassant la valeur de 200 UE/m³. Le secteur le plus investigué est celui de la collecte des déchets non dangereux (n = 203), dont 11 % des mesures dépassent la valeur de 200 UE/m³.

Les résultats relatifs à l'administration publique générale (Cf. Figure 2) proviennent pour 81 % de tâches effectuées en « Maintenance des installations de traitement des eaux usées », qui sont elles-mêmes rattachées pour 82 % des cas au métier d'égoutier.

Les secteurs d'activité ayant moins de vingt mesures ont été regroupés dans « Autres secteurs » ; parmi ces secteurs, l'élevage de chevaux et autres équidés (NAF 0143Z ; n = 17) présente les valeurs les plus élevées, comprises entre



© Gael Kerbaol/INRS/2024

202 UE/m³ et 60 628 UE/m³, avec 76 % des mesures dépassant la valeur de 1 000 UE/m³. D'autres secteurs sont caractérisés par un pourcentage élevé de mesures dépassant la valeur guide de 1 000 UE/m³, notamment le commerce de gros (commerce interentreprises) des fruits et légumes, et celui des volailles et gibiers.

Cette nouvelle exploitation de données concernant les expositions aux endotoxines permet de constater l'absence ou le manque de résultats dans plusieurs secteurs d'activité, ainsi que dans des secteurs émergents concernés par le risque biologique qui mériteraient sans doute de futures investigations : l'industrie du textile (teillage du lin), le secteur de la transformation du bois et le recours à des matériaux à base de bois, la construction écologique (nouveaux matériaux, chanvre, paille, etc.), les nouvelles filières de recyclage et de revalorisation (matelas et filets en plastique de *round-baller*), la fabrication de substituts de viande à base de plantes, le secteur du soin des animaux (vétérinaires et soigneurs animaliers) et l'alimentation animale.

Importance de la mesure d'exposition aux endotoxines et des valeurs guides associées

La mesure de l'empoissière auquel est exposé un salarié peut être un indicateur de l'exposition professionnelle en la comparant à la concentration réglementaire moyenne à ne pas dépasser de 4 mg/m³ sur une période de 8 heures pour la fraction inhalable⁴. Cependant cette approche ne tient pas compte de la composition et de la concentration en polluant biologiques et chimiques (Cf. Encadré 1). Parfois, la concentration en agents biologiques dans les poussières est telle que, même si la concentration en poussière mesurée est inférieure à la valeur réglementaire, les niveaux d'exposition aux endotoxines sont suffisamment importants pour nécessiter la mise en place immédiate d'actions de prévention spécifiques.

Il est donc nécessaire de mieux caractériser les expositions par des mesures d'endotoxines ou de micro-organismes cultivables afin de caractériser avec précision la situation d'exposition. Les valeurs guides, tant pour les endotoxines que pour les micro-organismes cultivables, permettent d'orienter et de prioriser les actions de prévention à mettre en œuvre ; l'absence de mesure de polluants biologiques pouvant conduire à une mauvaise estimation du risque et à une méconnaissance des situations d'exposition réelles des salariés.

Conclusion

Cet article propose un panorama des niveaux de concentration d'endotoxines obtenus dans différentes atmosphères professionnelles sur une période de onze années. La capitalisation de ces données fournit un état des lieux des niveaux de concentration rencontrés dans différents secteurs

ENCADRÉ 1

RETOURS D'EXPÉRIENCE DE MESURES D'ENDOTOXINES ET D'EMPOISSIÈREMENT EN MILIEUX PROFESSIONNELS

Dans des secteurs d'activité comme l'assainissement, le traitement des déchets, l'agroalimentaire, les expositions professionnelles aux agents biologiques sont connues. Bien que l'empoissière soit souvent un des paramètres de surveillance, il se révèle parfois insuffisant pour caractériser ces expositions.

Ainsi, dans un centre de tri de déchets, des mesures réalisées sur un opérateur travaillant au pré-tri des déchets recyclables ont montré une exposition aux endotoxines à 1 166 UE/m³ et de 1,94 mg/m³ en poussières inhalables. De la même manière, des prélèvements effectués sur un agent d'exploitation d'une station d'épuration travaillant au niveau de l'unité de séchage de boues ont mis en évidence des niveaux d'exposition aux endotoxines et aux poussières inhalables de respectivement 1 109 UE/m³ et 0,79 mg/m³. D'autres secteurs d'activité peuvent être concernés, comme les abattoirs de volailles où des mesures faites aux postes d'accrochage ont révélé des niveaux d'exposition aux endotoxines supérieurs à 1 000 UE/m³, avec des niveaux d'exposition aux poussières inhalables inférieurs à 4 mg/m³. À titre d'exemple, dans un abattoir de poulets, le niveau d'exposition moyen aux poussières inhalables sur cinq accrocheurs était de 2,8 mg/m³, et celui en endotoxines de 1 250 UE/m³. Malgré la mise en place de cabines d'accrochages ventilées permettant de réduire considérablement le niveau d'empoissière, les niveaux d'endotoxines restent parfois suffisamment préoccupants pour maintenir le port d'un appareil de protection respiratoire.

De même, en bouverie (zone d'attente pour les bovins avant abattage), les bouviers restent très exposés aux endotoxines bien que leurs niveaux d'exposition aux poussières inhalables soient généralement inférieurs ou proches de 1 mg/m³ ; une campagne de mesures réalisée entre 2018 et 2019 en Bretagne dans quatre abattoirs donne un niveau d'exposition individuelle moyen en poussières inhalables de 0,4 mg/m³ et en endotoxines de 1 225 UE/m³.

d'activité. Elle démontre également l'intérêt de pérenniser la mesure des endotoxines afin d'identifier les situations les plus exposantes dans les atmosphères professionnelles, en ciblant particulièrement les secteurs les moins étudiés, pour lesquels le niveau d'information est insuffisant pour se prononcer sur les expositions et orienter les actions de prévention. La nouvelle méthode de mesure des endotoxines [12], plus simple et rapide à mettre en œuvre, doit permettre une appropriation plus aisée par un grand nombre d'utilisateurs, conduisant à augmenter le nombre de mesures effectuées.

L'exploitation des résultats de mesures en endotoxines enregistrés dans la base de données Colchic entre 2011 et 2022 permet également de conforter les deux valeurs guides (200 UE/m³ et 1 000 UE/m³) définies en 2015 par le réseau Assurance maladie – Risques professionnels. Les résultats présentés sur la Figure 1 montrent que les valeurs de 200 UE/m³



ENCADRÉ 2

VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE ET ENDOTOXINES

À l'heure actuelle, il n'existe pas de VLEP pour les endotoxines en vigueur en France, ni ailleurs dans le monde. Plusieurs recommandations ont été faites aux Pays-Bas à partir de 2010 [a] mais la valeur retenue de 90 UE/m³ a finalement été abandonnée. Cette même valeur a été récemment proposée aux États-Unis [b]. En septembre 2024, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a recommandé une VLCT-15 min et une VLEP-8h de 20 UE/m³ pour les endotoxines [c]. Cette valeur, actuellement non réglementaire, a été établie sur la base d'une analyse bibliographique de données toxicologiques dans l'objectif de fixer des valeurs fondées sur des

considérations sanitaires. L'expertise de l'Anses s'est appuyée sur un corpus de données différent de celui utilisé par l'Assurance-maladie – Risques professionnels et l'INRS pour fixer les valeurs guides pragmatiques déployées dans le réseau prévention [d]. Ces dernières sont destinées à faciliter l'interprétation des résultats de mesure pour aider à la décision et prioriser les actions de prévention à mettre en œuvre.

À noter que l'analyse des données de mesure collectées dans divers environnements de travail et implémentées dans la base de données Colchic montre qu'en moyenne, 67 % des expositions (ambiances et individuelles confondues) dépassent la valeur

de 20 UE/m³ recommandée par l'Anses (71 % pour les seules mesures individuelles). Les mesures de référence (effectuées à l'écart de sources émettrices d'endotoxines) présentent quant à elles une valeur moyenne de 3 UE/m³ (Cf. Tableau 1).

[a] DECOS (Dutch expert committee on occupational standards) – Endotoxins: health-based recommended occupational limit. The Health Council of the Netherlands. 2010, Publication No. 2010/04OSH.

[b] ACGIH Data Hub – 2025 Endotoxins (67924-63-4). ACGIH, 2025.

[c] ANSES – Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel. Endotoxines. Effets sur la santé. Avis de l'Anses, Saisine n° 2012-SA-0075, septembre 2024.

[d] BALTY I. et al. – Valeurs guides endotoxines. Interprétation des résultats de métrologie des bioaérosols. Hygiène & sécurité du travail, 2015, 239, NT 25, pp. 46-50.



© Fabrice Dimier pour l'INRS/2024

et 1000 UE/m³ restent pertinentes et utiles sur le nouvel ensemble de plus de 1800 mesures exploitées. Ces deux valeurs guides permettent toujours de répondre à l'objectif premier de détecter les situations les plus exposantes et de les améliorer. L'utilisation de ces valeurs guides permet d'apprécier de manière harmonisée les situations de travail et d'engager de façon pragmatique les actions de prévention qui apparaissent les plus prioritaires. Il faut cependant rappeler que ces niveaux n'intègrent pas la survenue d'éventuels effets sur la santé, ce qui constitue une différence majeure avec une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP)⁵ (Cf. Encadré 2). Il reste donc crucial de maintenir un suivi des actions et d'assurer la continuité de l'amélioration des situations de travail, même lorsque les niveaux d'exposition sont inférieurs au seuil le plus bas de 200 UE/m³.

Par rapport aux données Colchic, les valeurs de 200 UE/m³ et de 1000 UE/m³ correspondent respectivement aux concentrations au-dessus desquelles les situations de travail font partie des 27 % les plus exposantes (environ le 73^e centile) et des 12 % les plus exposantes (environ le 88^e centile). Au vu des conclusions très proches de l'exploitation des nouvelles données par rapport au travail initial de 2015, il est proposé de maintenir et de conforter les valeurs guides de 200 UE/m³ et 1000 UE/m³ pour l'interprétation des résultats de mesures d'endotoxines dans les atmosphères de travail, tel que précisé dans le nouveau tableau proposé (Cf. Tableau 2). Ces valeurs guides sont applicables à tous les environnements professionnels et pour des mesures effectuées selon la méthode MétroPol.

EXPOSITION INDIVIDUELLE SUR 8 HEURES	DIAGNOSTIC	ACTIONS À ENGAGER
< 200 UE/m ³	Situation faisant partie des 73 % des situations de travail les moins exposantes.	Maintien des niveaux d'exposition aussi bas que possible. Établir un suivi des niveaux d'exposition.
Entre 200 UE/m ³ et 1 000 UE/m ³	Situation faisant partie des 15 % des situations de travail intermédiaires.	Des mesures de prévention sont à planifier. À mettre en place rapidement pour les situations les plus exposantes. Vérifier leur efficacité et effectuer un suivi.
> 1 000 UE/m ³	Situation faisant partie des 12 % des situations de travail les plus exposantes.	Mettre en place immédiatement des mesures de prévention. Vérifier leur efficacité et effectuer un suivi.

Elles constituent des objectifs de prévention visant à améliorer les conditions de travail et ne sont pas reliées à des effets sur la santé. L'exploitation régulière des concentrations enregistrées dans la base Colchic sera nécessaire, afin de réévaluer ces valeurs et leur domaine d'application. ●

1. Les valeurs de 200 UE/m³ et de 1 000 UE/m³ (correspondant respectivement aux 80^e et 90^e percentiles des données exploitées en 2015) avaient été choisies pour classer les situations de travail selon trois niveaux d'exposition. L'objectif visé était d'identifier, à des fins de prévention, les 20 % des situations de travail les plus exposantes [1].

2. La base de données Colchic rassemble l'ensemble des données de mesurages réalisées par le réseau

Assurance maladie – Risques professionnels et l'INRS.
Voir notamment :

<https://www.inrs.fr/publications/hst/bases-de-donnees.html>

3. La méthode MétroPol M-154 est désormais remplacée par la méthode M-454, dont les principales étapes et modalités sont présentées dans une note technique parue précédemment dans la revue [12].

4. Cf. Article R. 4222-10 du Code du travail.
Accessible sur : www.legifrance.gouv.fr

5. Les VLEP désignent des niveaux de concentration en agents chimiques dans l'atmosphère des lieux de travail à ne pas dépasser sur une période de référence déterminée et en dessous desquels le risque d'altération de la santé est négligeable, en l'état des connaissances au moment de leur établissement (voir notamment : ED 6443, INRS. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206443>).

↑ TABLEAU 2
Interprétation des résultats de mesure d'endotoxines dans les atmosphères de travail.

BIBLIOGRAPHIE

[1] BALTU I. ET AL. – Valeurs guides endotoxines. Interprétation des résultats de métrologie des bioaérosols. *Hygiène & sécurité du travail*, 2015, 239, pp. 46-50. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=NT%2025>

[2] HEEDERIK D. ET AL. – Relationship of airborne endotoxin and bacteria levels in pigs farms with the lung function and respiratory symptoms of farmers. *International archives of occupational and environmental health*, 1991, 62, pp. 595-601.

[3] SMIT L.A., SPAAN S., HEEDERIK D. – Endotoxin exposure and symptoms in wastewater treatment workers. *American journal of industrial medicine*, 2005, 48 (I), pp. 30-39.

[4] DONHAM K. ET AL. – Environmental and health studies of farm workers in swedish swine confinement buildings. *British journal of industrial medicine (BMJ)*, 1989, 46, pp. 31-37.

[5] PARIS C. – Le syndrome toxique des poussières organiques (ODTS). *Références en santé au travail*, 2014, TR 57, 16 p. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TR%2057>

[6] RYLANDER R., HAGLIND P. – Exposure of cotton workers in an experimental cardroom with reference to airborne endotoxins. *Environ Health Perspect*, 1986, 66, pp. 83-86. Accessible sur : doi: 10.1289/ehp.866683

[7] CASTELLAN R.M. ET AL. – Inhaled endotoxin and decreased spirometric values. An exposure-response relation for cotton dust. *New England journal of medicine*, 1987, 317 (10), pp. 605-610.

[8] FAROKHI A. ET AL. – Respiratory health effects of exposure to low levels of airborne endotoxin: a systematic review. *Environ Health*, 2018, 17(1), p. 14. Accessible sur : doi: 10.1186/s12940-018-0360-7

[9] ANSES – Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel. Endotoxines. Évaluation des effets sur la santé et des méthodes de mesure. Avis complété de l'Anses, Saisine n° 2012-SA-0075, mai 2025. Accessible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/VSR2012SA0075RA.pdf>

[10] LIEBERS V. ET AL. – Occupational endotoxin exposure and possible health effects on humans. *American journal of industrial medicine*, 2006, 49, pp. 474-491.

[11] MADSEN A.M. ET AL. – Review of biological risks associated with the collection of municipal wastes. *Review Sci Total Environ*, 2021, 791, pp. 148287.

[12] LOISON P. ET AL. – Optimisation de la méthode de mesure des endotoxines dans l'air des lieux de travail. *Hygiène & sécurité du travail*, 2024, 274, NT 112, pp. 51-56. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=NT%20112>

Notes techniques

LA DISTRIBUTION GRANULOMÉTRIQUE DES AÉROSOLS AU POSTE DE TRAVAIL

Quels moyens, quelles méthodes de mesure ?

Trois approches sont possibles, et utilisées, pour déterminer la granulométrie des aérosols au poste de travail : l'analyse bibliographique, la mesure en temps réel, et celle qui repose sur un couplage prélèvement et analyse.

Cet article propose de revenir sur les avantages et limites de chaque méthode, afin de les utiliser au mieux dans un contexte de prévention des risques professionnels.

SÉBASTIEN
BAU,
LISE ALONSO,
NAÏMA
GAUDEL,
AUDREY
HUMBERT,
VIRGINIE
MATERA,
BARBARA
SAVARY,
XAVIER
SIMON,
SOPHIE
TOMAZ
INRS,
département
Métrologie
des polluants

Cet article complète le décryptage proposé dans ce même numéro (Cf. pp. 5-10) et a pour objectif de faire le point sur trois approches complémentaires qui permettent de déterminer la granulométrie des aérosols dans l'air des lieux de travail :

- la bibliographie par nature de particules et/ou par secteur d'activité ;
- l'utilisation d'appareils de métrologie en temps réel (MTR) ;
- et le recours à des techniques de prélèvement associées à une ou plusieurs analyses *a posteriori*.

Premiers éléments d'estimation de la répartition granulométrique des particules

La mesure des fractions conventionnelles en lien avec la santé¹ – inhalable², thoracique et/ou alvéolaire³ – à l'aide de dispositifs de mesure conventionnelle permet en première intention d'avoir une indication quant à la granulométrie d'un aérosol (présence de particules fines ou grossières). La *Figure 1* présente l'évolution du rapport entre les concentrations massiques en fractions alvéolaire et inhalable d'un même aérosol en fonction de son diamètre aérodynamique médian en masse (MMAD), sous l'hypothèse d'une loi de distribution log-normale, pour différents écarts-types géométriques (ETG ; Cf. dans ce même numéro pp. 5-10)⁴. À mesure que le MMAD de l'aérosol augmente, le rapport passe de 1

(fractions alvéolaire et inhalable équivalentes) à 0 (fraction alvéolaire tendant vers zéro). S'il ne s'agit pas d'une détermination de la distribution granulométrique à proprement parler, cette approche permet néanmoins d'évaluer la proportion de particules fines ou grossières au sein d'un aérosol.

Les exemples proposés sur la *Figure 1* (fumées de soudage et poussières de bois) correspondent à des mesures réalisées par différents dispositifs de prélèvement dans deux environnements de travail distincts. Au cours d'activités de soudage, dont l'aérosol présente un MMAD de 1 µm (ETG=3) en raison de sa coexistence avec l'aérosol de fond présent dans l'atelier, le *ratio* moyen entre fractions alvéolaire et inhalable est égal à 82±6 %, ce qui signifie que l'aérosol est composé majoritairement de particules fines. Ce *ratio* est égal à 13±5 % pour l'aérosol présent lors d'opérations de découpe de panneaux de bois (MMAD=16 µm, ETG=2) signifiant que l'aérosol est plus grossier. Cette première manière d'estimer approximativement la répartition granulométrique des aérosols est possible lorsque des mesures de la fraction alvéolaire et de la fraction inhalable sont réalisées simultanément. Même si les premiers exemples d'applications basés sur l'exploitation conjointe des fractions inhalables et alvéolaires sont encourageants, des données complémentaires nécessitent d'être capitalisées en vue de confirmer la pertinence des courbes proposées sur la *Figure 1* vis-à-vis d'une diversité de situations de travail.

RÉSUMÉ

Cet article présente trois approches pour déterminer la granulométrie des aérosols en milieu professionnel. La première repose sur la bibliographie : elle s'appuie sur des données existantes dans la littérature en fonction de l'activité ou des substances en présence. La deuxième méthode est basée sur la

mise en œuvre de dispositifs de mesure en temps réel (MTR), tels que des capteurs à bas coût ou des compteurs optiques de particules. Bien qu'efficace pour un suivi immédiat, cette méthode peut présenter des limites en termes de précision et d'interprétation des données. Enfin, les approches couplant

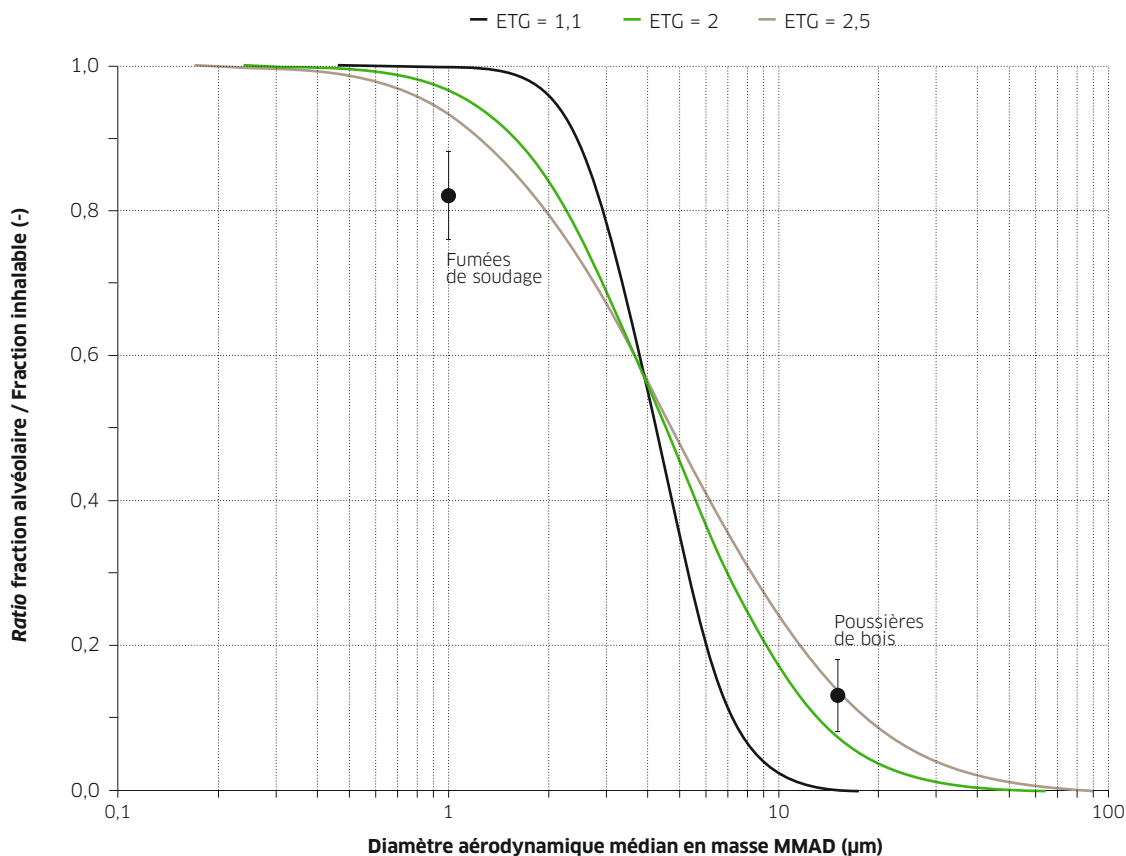
prélèvements et analyses sont détaillées. Celles-ci impliquent la collecte des aérosols, à l'aide de dispositifs discriminants en taille ou non, et l'analyse en différé en laboratoire. Un logigramme d'aide à la sélection est proposé pour guider le choix de la méthode la plus adaptée en fonction des objectifs de l'utilisateur.

SIZE DISTRIBUTION OF AEROSOLS AT THE WORKSTATION: MEASUREMENT MEANS AND METHODS

This article presents three approaches for determining the size distribution of aerosols in the professional environment. The first is based on the bibliography: it draws on the existing data in the literature depending on the activity and the substances present. The second method is based on the implementation of real-time

measurement devices, such as low-cost sensors or optical particle counters. Although effective for immediate follow-up, this method can have its limits in terms of precision and interpretation of data. Lastly, the approaches combining sampling and analysis are presented.

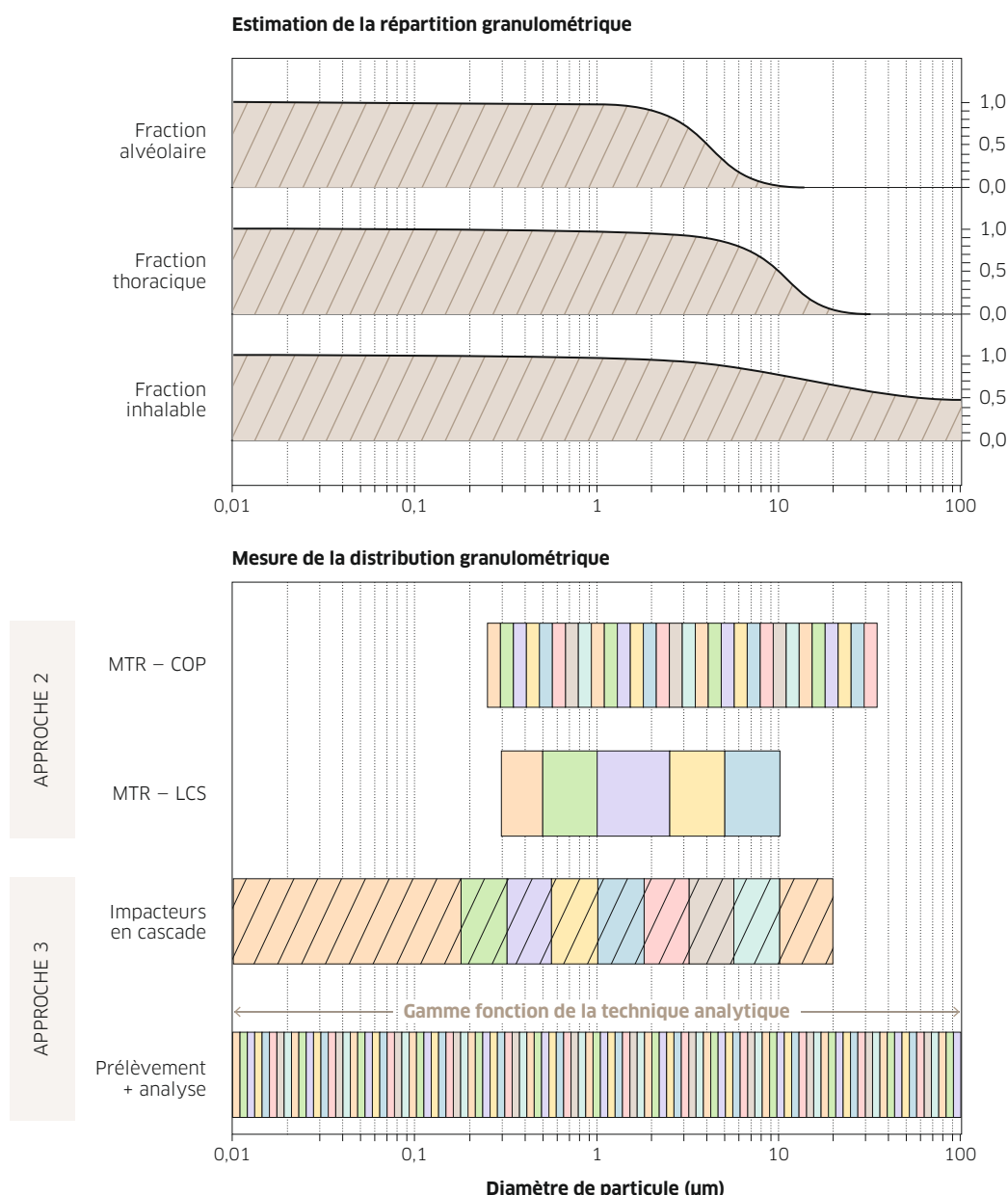
These involve the collection of aerosols using mechanisms that do or do not differentiate size, and deferred analysis in the laboratory. A decision-making flow chart is proposed to assist with the selection of the most suitable method depending on the user's objectives.



← FIGURE 1
Évolution du ratio des concentrations massiques entre fraction alvéolaire et fraction inhalable en fonction du MMAD et de l'ETG de l'aérosol suivant une loi de distribution log-normale.



FIGURE 2 →
Gammas de diamètres de particules couvertes et résolutions typiques de différentes approches pour la mesure de la distribution granulométrique. Les fractions conventionnelles liées à la santé sont également représentées en partie supérieure de cette figure.



La mesure de la distribution granulométrique doit ensuite être appréhendée de manière plus rigoureuse lorsque ce paramètre revêt une importance avérée dans la démarche de prévention.

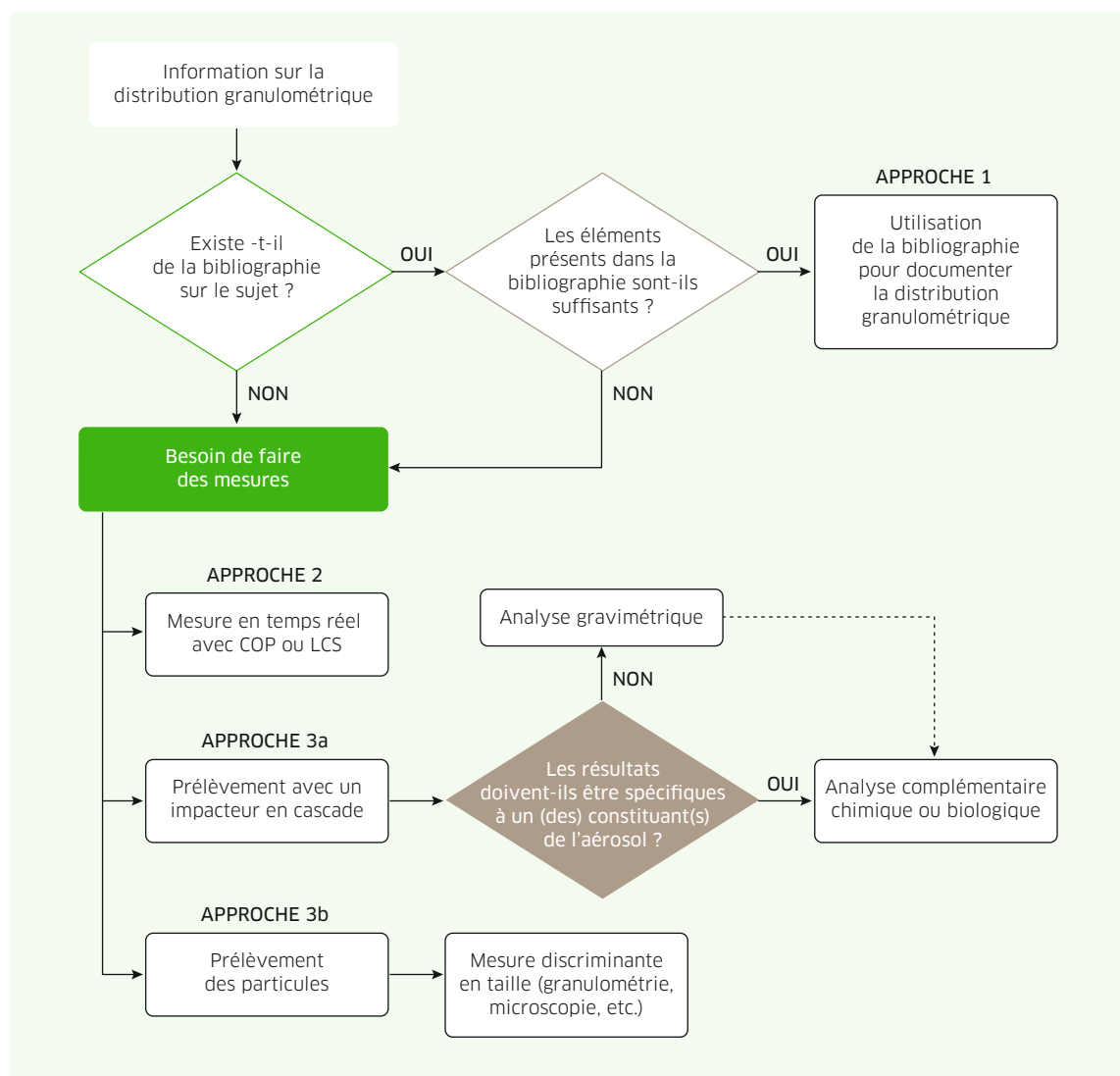
Détermination de la distribution granulométrique des aérosols

La distribution granulométrique conditionne le comportement des particules sur l'ensemble du cycle de vie d'un aérosol dans un environnement professionnel. Au-delà de la méthodologie simplifiée permettant une première estimation de la répartition en taille des particules présentée dans le paragraphe précédent, trois approches peuvent être distinguées en vue de déterminer la distribution

granulométrique des aérosols présents dans l'air des lieux de travail.

L'approche n° 1 repose sur une étude bibliographique, pouvant être menée par substance d'intérêt ou par secteur professionnel. L'approche n° 2 est basée sur la mise en œuvre d'appareils de mesure en temps réel (MTR) des aérosols. Enfin, l'approche n° 3 implique un couplage prélèvement et analyse, l'une des deux étapes étant discriminante vis-à-vis de la taille des particules.

La Figure 2, dans sa partie inférieure, schématise les gammes couvertes ainsi que le degré de discrimination en taille (nombre de classes granulométriques) de différentes techniques des approches n° 2 et 3. Les cases hachurées représentent des échantillons



← FIGURE 3
Logigramme
d'aide à la
sélection
de l'approche pour
la détermination
de la distribution
granulométrique
d'un aérosol.
COP : compteur
optique
de particules.
LCS : micro-
capteur
à bas coût.

collectés et pouvant faire l'objet d'une analyse subséquente (gravimétrie, chimie, microscopie, microbiologie, biochimie, etc.). Il convient de noter que le nombre de classes et leurs bornes sont donnés sur la figure 2 à titre d'exemple. Ils varient en fonction des dispositifs utilisés : impacteurs en cascade ou appareils de MTR, tels que les micro-capteurs à bas coût (LCS, pour *low-cost sensors*) et les compteurs optiques de particules (COP). L'approche d'un prélèvement d'aérosol associé à une analyse discriminante en taille est celle qui présente *a priori* la meilleure résolution en taille. La gamme de mesure associée va, quant à elle, dépendre de la technique analytique mise en œuvre.

Ainsi, différentes approches sont envisageables pour connaître la distribution granulométrique associée à un procédé, un secteur professionnel ou une tâche particulière. La sélection de l'approche la mieux adaptée peut être réalisée à l'aide du logigramme présenté sur la Figure 3. Parmi ces approches, certaines sont plus directes comme

l'étude de la bibliographie existante (approche n° 1). Les approches n°s 2 et 3 exigent un investissement financier et/ou des compétences techniques plus importantes.

Approche n° 1 : étude de la bibliographie existante

La littérature scientifique est une source d'informations préalable et incontournable concernant de nombreux sujets, y compris la mesure de la granulométrie. Moyennant un accès, parfois payant, à certaines ressources, une recherche bibliographique permet de sélectionner des documents issus de la littérature scientifique, classés dans des bases de données pour répondre à une question. Celle-ci doit être clairement identifiée et exprimée pour orienter au mieux la recherche. Concernant la granulométrie, la bibliographie peut être réalisée en fonction de la nature des particules, du ou des polluants visés, du secteur d'activité, du procédé, de la tâche professionnelle, etc. Si un premier niveau d'information est requis sur un polluant particulier par exemple, une



étape initiale consiste à rechercher l'existence d'une revue bibliographique, synthétisant les connaissances sur le sujet. S'il n'existe pas de telle revue, des méthodes sont proposées pour la réaliser de façon exhaustive et rigoureuse, comme la méthode PRISMA⁵ (*preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses* [1,2]). Celle-ci propose un diagramme d'actions permettant de sélectionner, de retenir et d'éliminer des documents en fonction de critères définis. Les articles d'intérêts sont identifiés à travers une requête par mots-clés dans une ou plusieurs bases de données. Le choix des mots-clés est déterminant afin de cibler au mieux les documents d'intérêt qui composeront la revue.

La sélection des articles repose sur :

- le retrait des doublons, si plusieurs bases de données sont consultées ;
- la lecture du titre et du résumé ;
- puis la lecture du texte intégral.

Lors de la lecture de ces documents, il convient de garder un esprit critique sur la qualité des données (fiabilité des données, réplica, statistiques, témoins négatif et positif), les conditions et les méthodes de prélèvements et d'analyses utilisées, en particulier si la revue est réalisée dans un objectif de comparaison de résultats. Un point de vigilance est à accorder à la stratégie mise en œuvre (émission *versus* exposition). Le plus souvent, la recherche bibliographique est une approche préliminaire à la mise en œuvre des approches n^{os} 2 et 3.

Approche n° 2 : utilisation de la mesure en temps réel (MTR)

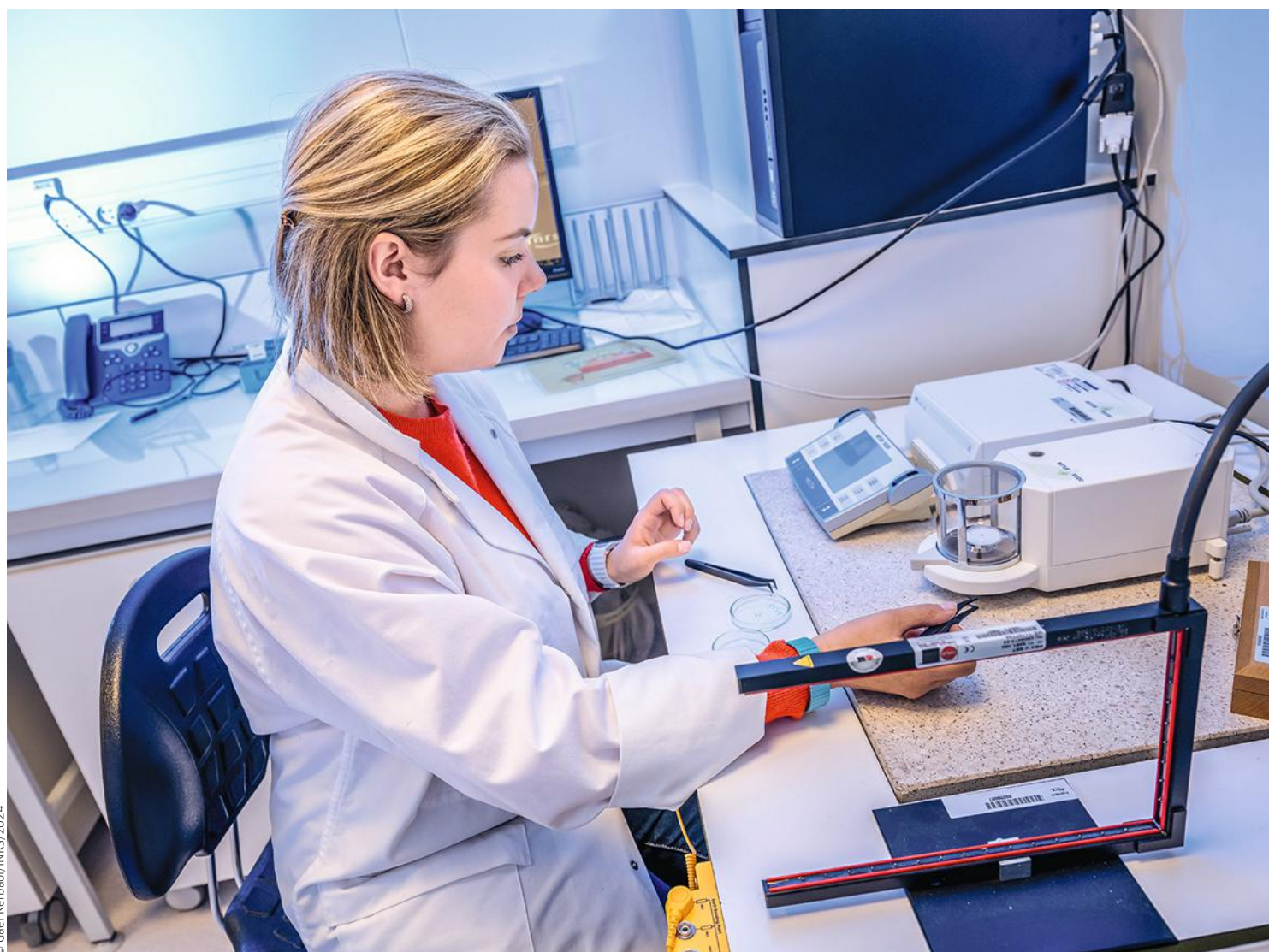
Plusieurs familles d'appareils de MTR permettent de déterminer la distribution granulométrique des aérosols [3]. Exception faite des appareils dédiés au laboratoire nécessitant un haut degré d'expertise et présentant un coût élevé (> 30 000 €), deux familles d'instruments peuvent être utilisées : des micro-capteurs à bas coût (LCS) et des compteurs optiques de particules (COP). Ces instruments sont disponibles sur le marché et sont déjà mis en œuvre dans des campagnes de mesure dans des atmosphères professionnelles.

Leur principe de fonctionnement repose sur une méthode optique s'appuyant sur la détection et l'analyse de la lumière diffusée par les particules lors des interactions entre un faisceau laser de longueur d'onde définie et les particules traversant la zone de mesure [4]. Chaque impulsion détectée correspond au passage d'une particule et permet de réaliser un suivi temporel de leur concentration en nombre. L'intensité de lumière diffusée à un angle donné est également analysée pour chaque impulsion afin d'estimer la taille des particules et de les classer dans différents canaux de comptage. La taille est exprimée sous la forme d'un diamètre équivalent optique (d_{opt}), correspondant le plus souvent au diamètre d'une particule

sphérique d'indice de réfraction donné (généralement : 1,59 pour des microsphères de latex) et diffusant la même intensité de lumière que la particule mesurée. Ces dispositifs assurent ainsi une mesure en continu de la distribution granulométrique en nombre d'un aérosol en fonction du temps. Les particules les plus petites (d_{opt} inférieur à environ 0,3 μm) ne diffusent pas une intensité de lumière suffisante, c'est pourquoi la gamme de mesure est généralement comprise entre environ 0,3 μm et 10 μm . Bien que conçus pour des applications environnementales, certains LCS offrent la possibilité d'accéder à la distribution granulométrique en nombre de l'aérosol [5]. Les principales différences entre les COP et les LCS sont le prix, les dimensions, le nombre de canaux, la gestion de l'écoulement au sein du dispositif (avec ou sans focalisation, avec ou sans air de gainage), les algorithmes de traitement du signal, le maintien du débit nominal de fonctionnement. Pour ces deux familles d'appareils, la distribution granulométrique est exprimée selon le diamètre équivalent optique des particules. La conversion vers le diamètre équivalent aérodynamique (Cf. pp. 5-10) est complexe et dépend de la nature des particules ; cette transposition fait appel à des équipements de métrologie spécifiques.

Ces dispositifs de mesure ne sont pas adaptés aux situations de concentrations élevées d'aérosols dans l'air (généralement > 2000 particules/cm³), pour lesquelles plusieurs particules circulent dans la zone de mesure et diffusent de la lumière en même temps (problématique de coïncidence). De plus, un biais de mesure peut apparaître lorsque l'humidité relative de l'air est élevée (> 70 %, phénomène de condensation), rendant délicate l'utilisation de la MTR dans certains environnements. En l'absence de sélecteurs en entrée, les mesures provenant de ces appareils ne sont pas représentatives des fractions conventionnelles liées à la santé. Enfin, dans le cas d'un mélange de particules provenant de multiples sources ou disposant de propriétés optiques sensiblement différentes de celles de l'aérosol de calibrage, il est possible que la mesure effectuée avec ces techniques soit associée à un biais plus important.

Leur mise en œuvre en atmosphères de travail se fait généralement à point fixe, à hauteur des voies respiratoires et au plus proche de l'activité à investiguer. Cela permet d'accéder au profil temporel de concentration ainsi qu'à la distribution granulométrique moyennée sur la période de mesure. Un traitement ciblé sur des périodes particulières et pertinentes peut être réalisé ultérieurement en vue de caractériser la distribution granulométrique associée à une tâche, une situation d'exposition, etc. Dans cet objectif, l'utilisateur procède à une observation et une consignation fines des activités au cours du prélèvement pour associer la mesure aux événements. Il peut avoir recours à un enregistrement



© Gaël Kerbaol/INRS/2024

vidéo, comme avec le dispositif Captiv [6]. Plusieurs localisations peuvent être explorées séquentiellement (en déplaçant l'instrument de poste en poste), ou plusieurs activités peuvent être caractérisées en parallèle, lorsque plusieurs instruments sont disponibles.

Cette approche reposant sur l'utilisation de la MTR offre une grande flexibilité car quelques minutes de mesure suffisent pour apprécier la distribution granulométrique des aérosols en un point donné. Il est alors possible de la comparer à une mesure réalisée à une autre période (par exemple, activité A *versus* activité B, ou avant/après l'installation d'un équipement de protection collective) ou simultanément à un autre endroit (par exemple, point n° 1 *versus* point n° 2), si les dispositifs déployés présentent des performances équivalentes.

La détermination de la distribution granulométrique d'un aérosol par une mesure en temps réel ne requiert pas d'analyse en laboratoire. Comme pour tout appareil de mesure, il convient de procéder

périodiquement à l'entretien, à la maintenance et au calibrage des instruments. Dans le cas d'un suivi, un étalonnage spécifique vis-à-vis de l'aérosol d'intérêt peut également être réalisé.

Avant de procéder au traitement des données, un travail préparatoire est nécessaire. Cela inclut la récupération du fichier brut de mesure, son exportation vers un tableur, ainsi que le nettoyage et la synchronisation des données avec les observations réalisées sur le poste. Le traitement des données est ensuite effectué à l'aide d'un tableur, permettant de déterminer et de représenter graphiquement la distribution granulométrique des aérosols sur la période analysée. La mesure obtenue par ces techniques correspond à la distribution granulométrique en nombre des particules. Pour caractériser la distribution en masse, des calculs de conversion sont nécessaires. Ceux-ci intègrent les propriétés des particules, telles que leur forme et leur masse volumique, et peuvent être réalisés directement au moyen des logiciels associés aux instruments.

Analyse gravimétrique des supports de collecte d'un impacteur en cascade dans un laboratoire de l'INRS.



Approche n° 3 : mise en œuvre de prélèvements d'aérosols couplés à une analyse

Les méthodologies décrites ici impliquent le couplage entre une phase de prélèvement des aérosols dans l'air des lieux de travail, et une phase analytique en laboratoire. Quelle que soit la méthode envisagée, la méthode de prélèvement doit être adaptée de façon à être compatible avec l'analyse réalisée ultérieurement. Le résultat de ces approches est une distribution granulométrique moyennée sur la totalité de la période du prélèvement.

Les biais inhérents à ces approches sont liés à :

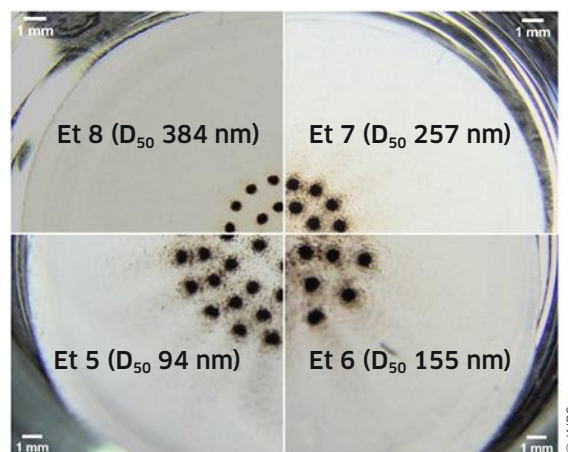
- la représentativité du prélèvement ;
- la manipulation, la conservation et/ou la préparation de l'échantillon pour l'analyse ;
- et les limites de la technique analytique utilisée.

→ Approche n° 3a : prélèvements discriminants en taille associés à une analyse

Les impacteurs en cascade (IC) permettent d'effectuer des prélèvements discriminants en taille en collectant des particules sur de larges gammes de diamètres (submicroniques à micrométriques). La distribution granulométrique en masse de l'aérosol est alors déterminée par analyse gravimétrique des supports de collecte de chaque étage, avant et après prélèvement. La distribution granulométrique issue de ce type de prélèvement correspond à la distribution de la masse des particules ou des substances visées en fonction de leur diamètre équivalent aérodynamique, et permet d'en déterminer le MMAD (Cf. pp. 5-10).

Au-delà de cette détermination de la distribution en masse, les IC permettent de collecter des échantillons (Cf. Figure 4) selon différentes classes de taille pouvant être ensuite caractérisés par des analyses complémentaires (chimiques, biologiques ou microscopiques), moyennant la compatibilité du support de prélèvement.

Le principe de fonctionnement d'un impacteur en cascade est le suivant : pour un débit de prélèvement donné, le flux d'air est accéléré tout au long de la colonne d'impaction en traversant un ensemble de buses de plus en plus fines. Des plateaux d'impaction, perpendiculaires au flux d'air, permettent de maintenir le support d'impaction. Selon leur inertie, certaines particules ne peuvent plus suivre les lignes de courant qui contournent le plateau et vont s'y impacter. Ainsi, les particules présentant la plus grande inertie, correspondant aux tailles les plus élevées, sont collectées sur les premiers étages, puis les particules de plus en plus fines sur les étages suivants, à mesure que la vitesse de l'air augmente. La surface de collecte est constituée d'un média de type filtre ou membrane. Les résultats d'une étude menée à l'INRS confirment la nécessité de graisser les supports de prélèvement et précise également les conditions de graissage, afin d'éviter les effets de rebonds et de réentraînement des particules solides [7].



↑ FIGURE 4 Particules prélevées sur quatre supports, lors de l'émission de fumées de soudage, avec un impacteur basse pression (DLPI[®]). Et = étage ; D₅₀ = diamètre de coupure de l'étage.

Un certain nombre d'IC sont disponibles. Ils se distinguent selon différents critères comme leur utilisation (prélèvement individuel ou d'ambiance), la gamme de taille couverte (Cf. Figure 2) ou encore la nature des supports de collecte. Il n'existe pas de dispositif répondant à tous les besoins métrologiques et à toutes les situations rencontrées. La fiche du guide méthodologique MétroPol[®] précise les conditions optimales à mettre en place pour effectuer des prélèvements par IC et propose un outil d'aide à la décision afin de choisir le dispositif et la configuration la mieux adaptée à la stratégie souhaitée.

Il est important de noter que le temps de prélèvement par IC est fonction du débit nominal de l'IC considéré ainsi que de l'empoussièrement. En effet, il s'agit de prélever suffisamment de particules pour que la masse collectée sur les différents étages soit supérieure à la limite de quantification (LQ) de l'analyse gravimétrique, tout en respectant une charge maximale, afin d'éviter le réentraînement des particules voire un dépôt excessif sur les parois du dispositif. Une évaluation préalable de la concentration en particules *via* l'utilisation d'un photomètre peut alors être envisagée.

→ Approche n° 3b : prélèvements non discriminants associés à une analyse discriminante

La distribution granulométrique d'un aérosol peut également être déterminée par l'analyse en laboratoire de particules préalablement collectées avec des dispositifs bien connus des préleveurs, sans distinction en taille. L'échantillon de particules est d'abord récupéré par élution et dilué si nécessaire, puis analysé en voie liquide à l'aide d'un granulomètre, afin de mesurer la distribution granulométrique moyenne des particules collectées sur la durée totale du prélèvement. Les techniques mises

en œuvre sont basées sur le principe de la diffraction laser, ou sur de la mesure d'impédance. Elles permettent de compter individuellement chaque particule solide et non soluble au sein de l'échantillon et de déterminer un diamètre équivalent associé, dans une large gamme de tailles, en couvrant le domaine submicronique jusqu'à des dimensions supérieures à 100 µm.

Une observation par microscopie électronique à balayage (MEB) ou à transmission (MET) peut également être envisagée pour établir la distribution granulométrique des particules collectées. Réalisée dans des conditions adaptées à l'échantillon (stabilité, grandissement, tension d'accélération...), cette observation peut être associée à des techniques de microanalyse ou de spectroscopie pour déterminer la composition chimique semi-quantitative des particules. Il existe plusieurs dispositifs de prélèvement spécifiques pour l'analyse en microscopie électronique; cependant, celle-ci peut aussi se faire sur un filtre plus classique en MEB. La préparation de l'échantillon est nécessaire pour l'analyse en MET et peut induire un biais sur la granulométrie. Pour l'analyse en MEB, une préparation du support à observer n'est pas toujours indispensable et est fonction de la nature de l'échantillon. La MET permet d'analyser des échantillons très minces (< 100 nm) avec une grande résolution (1 à 2 Å). La MEB permet d'imager en surface, avec une résolution de l'ordre de quelques nanomètres, d'échantillons y compris de grande taille (jusqu'à environ une dizaine de centimètres).

Si ces techniques présentent la capacité de différencier les particules constitutives des agrégats et les particules libres, elles n'en restent pas moins chronophages et coûteuses, et nécessitent un degré d'expertise important. La haute résolution accessible avec ces techniques est un avantage pour l'analyse de matériaux nanostructurés; elle représente néanmoins une limite, puisque la zone explorée reste faible, posant donc la question de sa représentativité.

Conclusions et perspectives

Différentes approches permettant de déterminer la granulométrie des aérosols dans les environnements de travail sont proposées dans cet article. Qu'il s'agisse de l'exploitation bibliographique, de l'utilisation d'appareils de mesure en temps réel, ou encore de techniques de prélèvement couplées à des analyses *a posteriori*, chaque méthode offre des avantages et des limites en termes de précision, de faisabilité et de contexte d'application.

Quelle que soit l'approche mise en œuvre, la connaissance de la distribution granulométrique des aérosols permet de mieux comprendre leur comportement aérodynamique dans les environnements de travail, leur pénétration dans l'arbre respiratoire d'un travailleur et leurs effets potentiels sur la santé. Cette caractérisation contribue à une description plus fine des

expositions et participe au dimensionnement des moyens de protection à mettre en œuvre.

Constituer une base de données des distributions granulométriques des aérosols présents dans les atmosphères professionnelles permettrait certainement de progresser en termes de prévention des risques professionnels. Reposant sur des méthodologies standardisées, fiables et accessibles, l'exploitation de ces données participerait à améliorer les connaissances, et à une surveillance plus précise des expositions professionnelles aux aérosols. À terme, ces avancées contribueraient à renforcer les démarches de prévention et à améliorer la protection des travailleurs. ●

1. Voir : INRS – MétroPol. Fractions conventionnelles. Prélèvement des aérosols : généralités. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/dms/inrs/PDF/metropol-prelevement-generalite-aerosol/metropol-prelevement-generalite-aerosol.pdf>
2. Voir : INRS – MétroPol. Prélèvement des aérosols par cassette fermée. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/dam/jcr:303b2abd-1bec-4f5a-9329-10dcd4499141/metropol-prelevement-cassette.pdf>
3. Voir : INRS – MétroPol. Prélèvement des aérosols par cyclone. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/dms/inrs/PDF/metropol-prelevement-cyclone/metropol-prelevement-cyclone.pdf>
4. Voir : BAU S. ET AL. – La distribution granulométrique des aérosols au poste de travail : quels apports pour la santé et la sécurité au travail ? *Hygiène & sécurité du travail*, 2025, 279, DC 45, pp. 5-10. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/publications/hst/decryptage.html>
5. Voir : <https://www.prisma-statement.org/>
6. Voir : INRS – MétroPol. Prélèvement des aérosols par impacteur en cascade. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/dms/inrs/PDF/metropol-prelevement-aerosols-impacteurs/metropol-prelevement-aerosols-impacteurs.pdf>

BIBLIOGRAPHIE

- [1] MOHER D. ET AL. – Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *International journal of surgery*, 2010, 8, pp. 336-341.
- [2] PAGE M.J. ET AL. – The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *British medical journal*, 2021, 372.
- [3] BAU S., WITSCHGER O., GALLAND B., MARTIN P. – Métrologie en temps réel de substances chimiques au poste de travail : intérêts et limites. *Hygiène & sécurité du travail*, 2015, 239, DC 9, pp. 6-10. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=DC%209>
- [4] SZYMANSKI W.W., NAGY A., CZITROVSKY A. – Optical particle spectrometry: problems and prospects. *Journal of quantitative spectroscopy and radiative transfer*, 2009, 110, pp. 918-929.
- [5] SUTTER B., SIMON X., BAU S. ET AL. – Évaluation des micro-capteurs à bas coût pour caractériser les aérosols sur les lieux de travail. *Hygiène & sécurité du travail*, 2024, 277, NT 118, pp. 67-75. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=NT%20118>
- [6] MARTIN P., BRAND F., SERVAIS M. – Correlation of the exposure to a pollutant with a task-related action or workplace: The CAPTIV System. *The annals of occupational hygiene*, 1999, 43, pp. 221-233.
- [7] MATERA V., GAUDEL N., BAU S. – Intérêts et optimisation des prélèvements d'aérosols par impacteur en cascade. *Hygiène & sécurité du travail*, 2022, 269, NT 104, pp. 34-41. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=NT%20104>

Étude de cas

ASPIRATEURS DE CHANTIER : ÉVOLUTION DES PERFORMANCES EN COURS D'UTILISATION

AUDREY
SANTANDREA,
DENIS BÉMER
INRS,
département
Ingénierie des
procédés

→ **LA PROBLÉMATIQUE :** Lors d'opérations produisant des poussières, l'utilisation d'aspirateurs industriels dits de « chantier » est courante [1]. La norme NF EN 60335-2-69 [2] permet de classer ces systèmes de filtration (média et/ou aspirateur) selon les valeurs limites d'exposition professionnelle (ou les valeurs seuils) pour les poussières¹. Pour les opérations produisant des poussières susceptibles de contenir des substances toxiques, cancérogènes, l'utilisation d'appareils de classe H est exigée. Cependant, des retours d'utilisateurs et de fabricants indiquent que les appareils de classe H seraient sujets à un colmatage trop rapide qui conduirait à une diminution importante du débit d'aspiration, dégradant ainsi l'efficacité de captage des poussières. Certains fabricants incitent alors à l'utilisation de filtres de classe M, moins résistants à l'écoulement de l'air, pour limiter les effets du colmatage et augmenter l'autonomie des batteries des appareils portatifs.

Afin d'évaluer les performances des aspirateurs de chantier au cours de leur utilisation, l'INRS a conduit une étude expérimentale visant à suivre l'évolution du débit d'aspiration lors de plusieurs cycles de colmatage par de la poussière de dolomie, représentative de la granulométrie des poussières émises par des opérations de travail de la pierre. Deux modèles d'aspirateurs ont été étudiés en alimentation filaire, chacun en classe M (moyenne efficacité) et en classe H (haute efficacité), ainsi qu'un modèle de classe M fonctionnant sur batterie. Cet article présente les résultats obtenus concernant l'efficacité de filtration et de vitesse de colmatage. Les effets du décolmatage et de la préfiltration sont également discutés.

→ LA RÉPONSE DE L'INRS

Aspirateurs testés

Deux modèles d'aspirateurs de chantier, commercialisés par deux fabricants différents notés A1 et A2, classés M et H selon la norme NF EN 60335-2-69 [2], ont été étudiés. Un modèle de l'aspirateur A2 de classe M fonctionnant sur

batterie a également été testé. Chaque appareil est constitué d'un bloc-moteur (alimenté sur secteur ou sur batterie), d'un sac de récupération de poussières (filtrant ou non), et d'un filtre terminal qui constitue l'élément principal de filtration. Les filtres terminaux² sont constitués de petits filtres en polyester plissés en panneaux et développent une surface de filtration quasi similaire pour tous les modèles, comprise entre 4700 cm² et 5000 cm². Pour un modèle donné, les caractéristiques techniques du bloc-moteur sont similaires, la principale différence entre les classes M et H venant du filtre terminal et éventuellement du sac filtrant s'il existe. Les deux modèles d'aspirateurs sont munis d'un système de décolmatage automatique par injection d'air pulsé à travers le filtre, qui se déclenche lorsque la puissance électrique atteint un certain seuil (non renseigné par le fabricant). Par la suite, les impulsions d'air sont générées de manière régulière. La fonction de décolmatage automatique de l'aspirateur A2 sur batterie se déclenche dès le démarrage de l'appareil. Il est également possible de réaliser un décolmatage manuel en bouchant l'entrée de l'aspirateur, ce qui provoque un à-coup de pression beaucoup plus puissant que lors du décolmatage automatique. Ce type de décolmatage est notamment recommandé dans la notice du modèle A2 pour nettoyer le filtre principal. Bien qu'il ne soit pas mentionné par le fabricant A1, ce type de décolmatage a été utilisé sur les deux modèles.

Méthode de caractérisation des aspirateurs

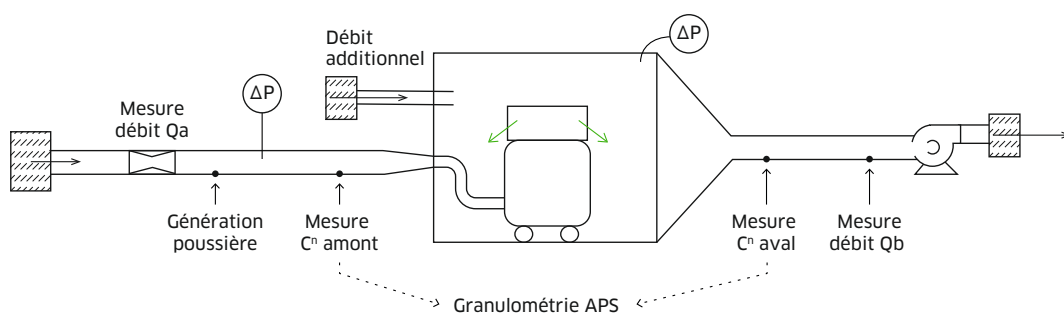
L'évaluation des performances des aspirateurs sur le terrain est difficile à mettre en place en raison de contraintes techniques. En effet, intégrer un dispositif de mesure dans le circuit d'aspiration impliquerait des modifications qui altéreraient le fonctionnement normal de l'aspirateur. À l'inverse, préserver le fonctionnement de l'appareil exposerait les instruments de mesure de débit à de grandes quantités de poussières, compromettant leur fiabilité et leur bon fonctionnement.



Nettoyage des huisseries à l'aide d'un aspirateur à filtration de classe H sur un chantier de rénovation d'un bâtiment ancien comportant des peintures au plomb.

Face à ces limitations, un banc d'essai de laboratoire a été spécialement conçu pour mesurer l'efficacité de filtration des aspirateurs en conditions contrôlées (Cf. Figure 1). L'air aspiré est filtré en entrée du banc au moyen d'un filtre HEPA et le débit d'entrée mesuré en continu au moyen d'un système Venturi (D 80/32 mm). Un ventilateur muni d'un variateur de débit aspire l'air de la cabine, de manière à obtenir une pression relative nulle (± 2 Pa) dans l'enceinte. L'entrée de l'aspirateur est connectée à l'entrée de la cabine, aspirant les poussières générées. Ce dispositif permet de générer et d'envoyer des quantités maîtrisées de poussière de dolomie pour colmater progressivement les aspirateurs testés, reproduisant ainsi les conditions rencontrées

sur un chantier. La poussière de dolomie utilisée présente un diamètre moyen aérodynamique en nombre de $1 \mu\text{m}$ et un écart-type géométrique de 1,53. Lors des essais, la puissance des aspirateurs a été réglée au maximum, conduisant à un débit d'aspiration initial d'environ $170 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Lors de chaque essai, l'efficacité de filtration de l'aspirateur a été déterminée. Le colmatage d'un filtre augmentant l'efficacité de filtration de celui-ci, seule l'efficacité initiale des aspirateurs a été mesurée afin de se placer dans les conditions d'utilisation les plus défavorables en matière de prévention. Pour cela, la concentration dans l'air en amont et en aval de l'aspirateur a été mesurée à l'aide d'un spectromètre APS (TSI) pour des diamètres de par-



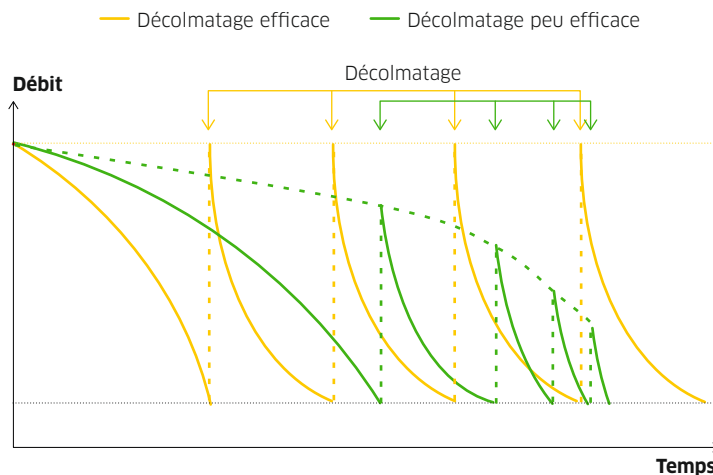
← FIGURE 1
Schéma du banc de mesure de débit d'aspiration et d'efficacité de filtration des aspirateurs industriels.



ENCADRÉ

COLMATAGE ET DÉCOLMATAGE DE FILTRES À PARTICULES

Les performances d'un filtre sont généralement caractérisées par sa perte de charge (différence de pression statique entre l'amont et l'aval du filtre) et son efficacité de filtration initiale (rapport de la différence entre les concentrations amont et aval sur la concentration amont). Au cours de la filtration de particules solides, un gâteau de particules se forme progressivement à la surface du filtre, modifiant ses performances. Cela se traduit par une augmentation de l'efficacité de filtration, mais également par une résistance accrue au passage de l'air, diminuant ainsi le débit d'air traité. Afin de limiter le colmatage, il est nécessaire de procéder au décolmatage régulier du filtre. Cette opération, effectuée par génération d'à-coups de pression à contre-courant, permet de détacher la couche de particules du média. Un décolmatage efficace se traduit par une restauration totale du débit et une durée stable d'un cycle de colmatage. À l'inverse, le décolmatage est peu efficace lorsque le débit n'est que partiellement restauré et tend à diminuer au cours des cycles, qui ont alors une durée de plus en plus courte.



En savoir plus :

BÉMER D. ET AL. – Filtration des aérosols : performances des médias filtrants [3].
BÉMER D. ET AL. – Performances des médias filtrants utilisés en dépoussiérage industriel : méthode de test [4].

ticules de 0,5 µm à 20 µm, répartis sur 50 canaux. Pour chaque diamètre de particules d_i , l'efficacité de filtration de l'aspirateur E_i est calculée comme suit :

$$E_i = 1 - \frac{C_{s,i}}{C_{e,i}}$$

Où $C_{e,i}$ désigne la concentration en entrée de l'aspirateur (amont) ; et $C_{s,i}$ la concentration en sortie de l'aspirateur (aval), corrigée du bruit de fond.

À la suite de la mesure d'efficacité initiale de l'aspirateur, jusqu'à dix cycles de colmatage et de décolmatage ont été réalisés :

- la phase de colmatage consiste à générer de la dolomie en plus grande quantité dans le banc afin de colmater l'aspirateur. La fonction de décolmatage automatique des aspirateurs est activée dès le démarrage de l'appareil, afin d'évaluer son efficacité dans les conditions expérimentales. L'aspirateur continue de fonctionner jusqu'à ce que le colmatage atteigne un seuil critique, se traduisant par une forte augmentation de la fréquence des à-coups de pression dus au décolmatage automatique, indiquant une importante difficulté d'aspiration ;
- la phase de décolmatage manuel consiste à boucher manuellement l'entrée de l'aspirateur lors de son fonctionnement, ce qui génère un puissant à-coup de pression.

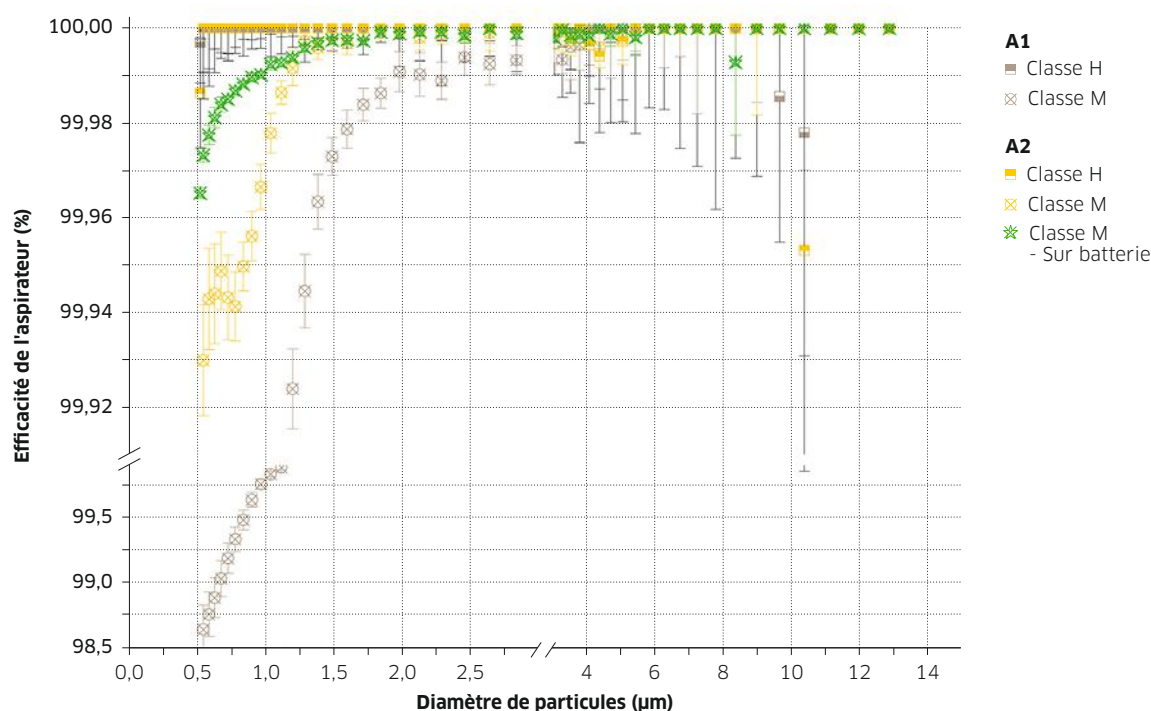
Chaque cycle comprend ainsi une phase de diminution du débit due au colmatage du filtre terminal, suivie d'une phase de régénération par décolmatage manuel, rétablissant partiellement ou totalement le débit d'aspiration (Cf. Encadré). Le débit massique moyen de poussières collectées au cours des dix cycles a été déterminé par pesées initiale et finale du sac et du filtre terminal. L'objectif de ces essais de répétition de cycles de colmatage/décolmatage était d'étudier leur stabilité au cours du temps, et d'évaluer la restauration du débit lors des phases de décolmatage manuel.

Résultats

Efficacité de filtration initiale des aspirateurs

L'efficacité de filtration des différents aspirateurs, sans préfiltration, mesurée avant leur colmatage, est représentée sur la Figure 2. Les résultats indiquent que l'efficacité des appareils de classe H est de 100 %, indépendamment de la taille des particules pour les deux modèles d'aspirateurs.

Concernant les aspirateurs de classe M, les appareils A2 fonctionnant sur secteur et sur batterie ont une très bonne efficacité, avec des valeurs systématiquement supérieures à 99,9 %, tandis que l'efficacité de l'appareil A1 est sensiblement inférieure, avec une efficacité minimale de 98,5 % pour des particules de 0,5 µm de diamètre.



← FIGURE 2
Efficacité initiale
des aspirateurs
testés, sans
préfiltration
et avant
colmatage.

Colmatage et décolmatage des aspirateurs

Des essais de colmatage ont été réalisés avec et sans la fonction de décolmatage automatique. Dans nos conditions d'essai, le décolmatage automatique n'a pas montré d'effet sur la restauration du débit. Tous les essais suivants présentés sont réalisés en activant le décolmatage automatique. La phase de décolmatage correspond donc systématiquement à un décolmatage manuel.

L'évolution du débit d'aspiration des aspirateurs de classes M et H, sans préfiltration, a été suivie sur dix cycles de colmatage et de décolmatage (Cf. Figure 3 pour le modèle A1 ; Figure 4 pour le modèle A2). Trois paramètres sont particulièrement importants pour définir les performances globales des aspirateurs sur le terrain : la stabilité du débit d'aspiration, la vitesse de colmatage (traduisant la fréquence d'intervention nécessaire) et la masse de poussières effectivement collectée. Ces éléments sont présentés dans le Tableau 1.

→ Débit d'aspiration

Pour les aspirateurs avec une alimentation filaire, le débit d'aspiration reste globalement stable entre le premier et le dixième cycle. Bien qu'une légère baisse soit observée pour l'aspirateur A1 en classe M, celle-ci reste modérée et pourrait être partiellement attribuée aux incertitudes de mesure. Pour un même modèle, aucune différence notable n'apparaît entre les classes M et H (Cf. Figures 3 et 4). La classe de l'aspirateur ne semble donc pas impacter la restauration du débit lors du décolmatage.

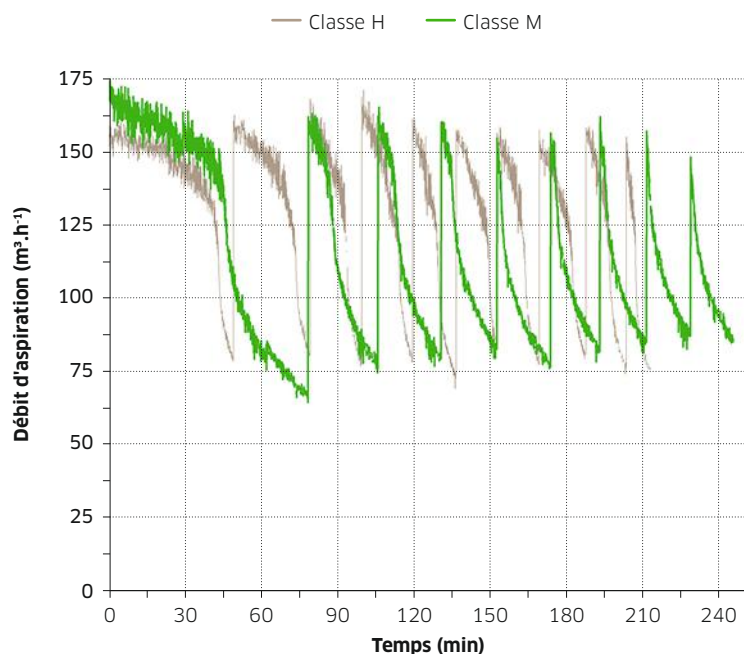
En revanche, l'aspirateur A2 alimenté avec une batterie (Cf. Figure 4) présente une chute de débit très importante entre le premier et le dixième cycle de colmatage, allant de 140 à 85 m³.h⁻¹. Cette forte diminution traduit un décolmatage peu efficace, mettant en évidence qu'il est nécessaire de changer le filtre terminal régulièrement, sous peine de voir les performances d'aspiration décroître considérablement au cours de l'utilisation.

→ Vitesse de colmatage

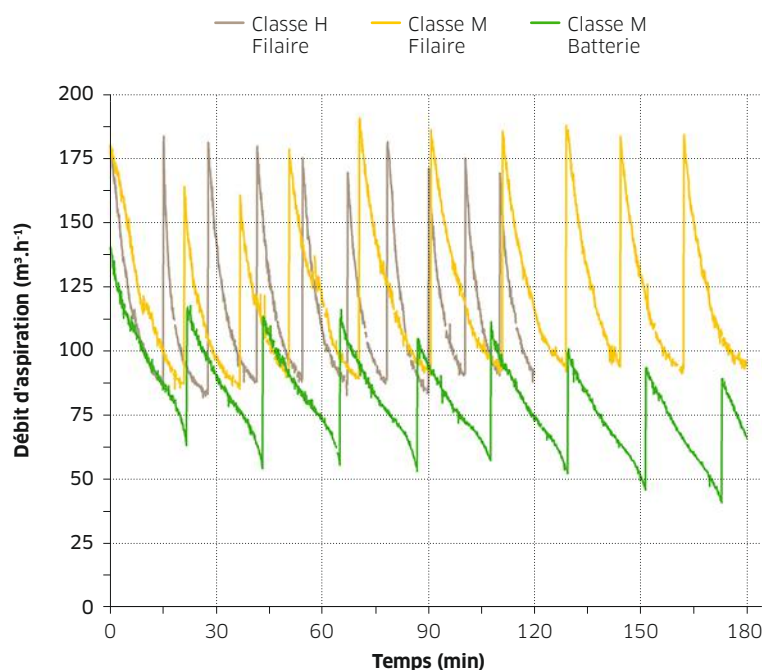
La durée des cycles de colmatage reflète la rapidité avec laquelle le filtre se colmate. Pour l'aspirateur sur batterie (A2 – classe M), cette durée est définie par la durée d'autonomie de la batterie et ne varie pas au cours des essais (Cf. Figure 4). En revanche, la durée des cycles diminue lors de l'utilisation des aspirateurs alimentés en filaire, avec une tendance plus ou moins marquée selon les modèles (Cf. Figures 3 et 4).

L'aspirateur A1 présente la réduction la plus importante, la durée entre le premier et le dernier cycle étant divisée par 5 pour l'aspirateur de classe H et par 4,6 pour le même modèle en classe M. Cela est dû au décolmatage incomplet du filtre, avec des particules toujours présentes sur le filtre, rendant le colmatage suivant plus rapide. Le phénomène est moins prononcé pour le modèle A2, le débit étant divisé par 1,5 pour la classe H, et 1,2 pour la classe M. La vitesse de colmatage semble donc davantage dépendre du modèle de l'aspirateur que de la classe du filtre.





↑ FIGURE 3 Évolution du débit d'aspiration de l'appareil A1 de classes M et H sans préfiltration lors de dix cycles de colmatage par de la poussière de dolomie.



↑ FIGURE 4 Évolution du débit d'aspiration de l'appareil A2 de classes M (alimentation filaire et sur batterie) et H sans préfiltration lors de dix cycles de colmatage par de la poussière de dolomie.

Un autre point à prendre en compte concerne l'évolution du débit au cours de chaque cycle. En effet, dans le cas de l'aspirateur A1, l'allure de la courbe de décroissance de débit diffère selon la classe : la classe M présente une diminution de débit très rapide en début de cycle, puis plus faible au cours du temps, tandis que le phénomène inverse est observé pour l'aspirateur de classe H, avec une diminution de débit plus lente au cours du cycle. Cela signifie donc que, même si les cycles de l'aspirateur de classe H sont plus courts, son débit est en réalité maintenu plus longtemps, lui procurant un captage plus homogène au cours de l'utilisation.

→ Masse de poussière aspirée

Comme présenté dans le *Tableau 1*, la quantité de poussière captée dépend de la classe de l'aspirateur, mais avec des différences selon les modèles. En effet, le débit massique d'aspiration moyen sur les dix cycles est le plus élevé pour l'aspirateur A1 en classe H, probablement grâce à son bon maintien de débit au cours du colmatage. Il permet donc d'aspirer une plus grande quantité de poussière que l'aspirateur du même modèle en classe M. En revanche, le phénomène inverse est observé avec l'aspirateur A2 : la classe M permet d'aspirer davantage de poussière sur dix cycles que la classe H, confirmant que le filtre de classe H se colmate rapidement, ce qui réduit ses performances de captage. Ces résultats montrent que le choix du filtre a bien des effets sur la fréquence des décolmatages et l'entretien nécessaire, mais que l'impact sur l'efficacité d'aspiration dépend fortement du modèle d'aspirateur. Bien que les aspirateurs de classe H requièrent un décolmatage plus fréquent, l'impact de leur colmatage rapide sur leurs performances ne peut être généralisé à l'ensemble des modèles.

Colmatage : effets de la préfiltration

Les différents aspirateurs testés peuvent être équipés d'un sac filtrant, disposé à la place du sac jetable de récupération de poussières. Toutefois, son utilisation est parfois restreinte, comme pour les aspirateurs du modèle A2, où elle est recommandée uniquement pour l'aspiration des poussières de bois.

TABLEAU 1 → Évolution de la durée des cycles et du débit d'aspiration au cours des dix cycles de colmatage et débit massique moyen de poussières collectées pour les différents aspirateurs testés.

	A1 – CLASSE H	A1 – CLASSE M	A2 – CLASSE H	A2 – CLASSE M	A2 – CLASSE M (BATTERIE)
Débit au début du 1 ^{er} cycle (m³.h ⁻¹)	160	170	180	180	140
Débit au début du 10 ^e cycle (m³.h ⁻¹)	155	150	170	180	85
Durée du 1 ^{er} cycle (min)	50	78	15	21	21
Durée du 10 ^e cycle (min)	10	17	10	18	21
Débit massique moyen de poussières collectées sur 10 cycles (g.min ⁻¹)	37	30	26	36	15

L'impact de la préfiltration a été évalué sur plusieurs cycles de colmatage. Si l'efficacité initiale de l'aspirateur reste inchangée avec ou sans sac filtrant, son influence sur le débit d'aspiration est significative. Comme illustré sur la *Figure 5* pour l'aspirateur A1 en classe M, la présence d'une préfiltration entraîne une chute rapide du débit dès le premier cycle, traduisant un colmatage précoce du sac filtrant. Le décolmatage manuel ne permet de restaurer que 75 % du débit initial, ce qui est probablement dû au fait que les à-coups de pression sont dimensionnés pour décolmater principalement le filtre terminal et non le sac filtrant. Une tendance similaire a été observée avec l'aspirateur de modèle A2, où la préfiltration prolonge le premier cycle, avant d'accélérer le colmatage lors des cycles suivants. Dans les deux cas, bien que le débit soit plus faible avec une préfiltration, la variation de débit au cours du cycle de colmatage est moins importante.

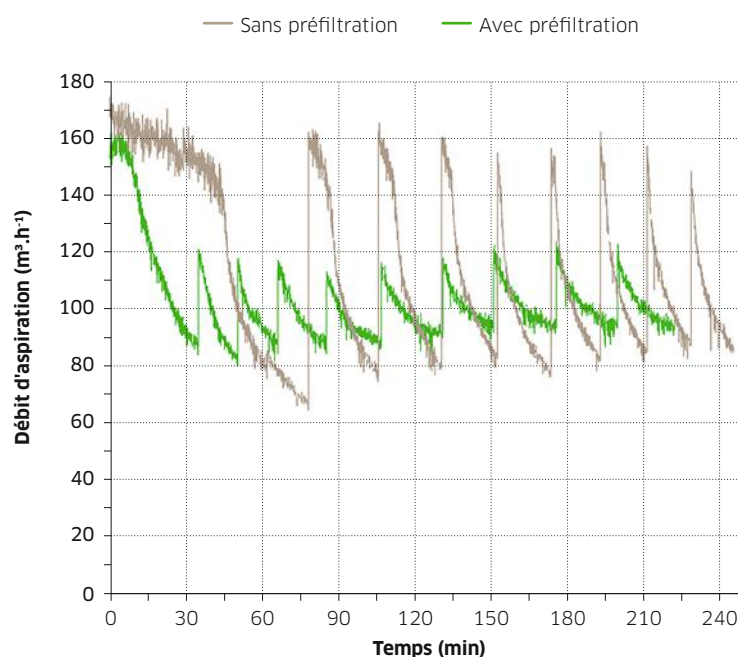
Ainsi, pour les différents modèles et classes d'aspirateurs testés, le débit d'aspiration est plus faible, mais également plus stable en utilisant un sac filtrant. En pratique, le choix d'utiliser ou non un sac filtrant dépend du type de poussière et des contraintes du chantier. En effet, il peut limiter l'exposition de l'opérateur aux poussières lors de la maintenance, mais réduit les performances de l'aspirateur. Dans un environnement très poussiéreux, il peut être plus pertinent d'éviter le sac filtrant pour maintenir un débit d'aspiration optimal.

Décolmatage automatique – Relargage de particules

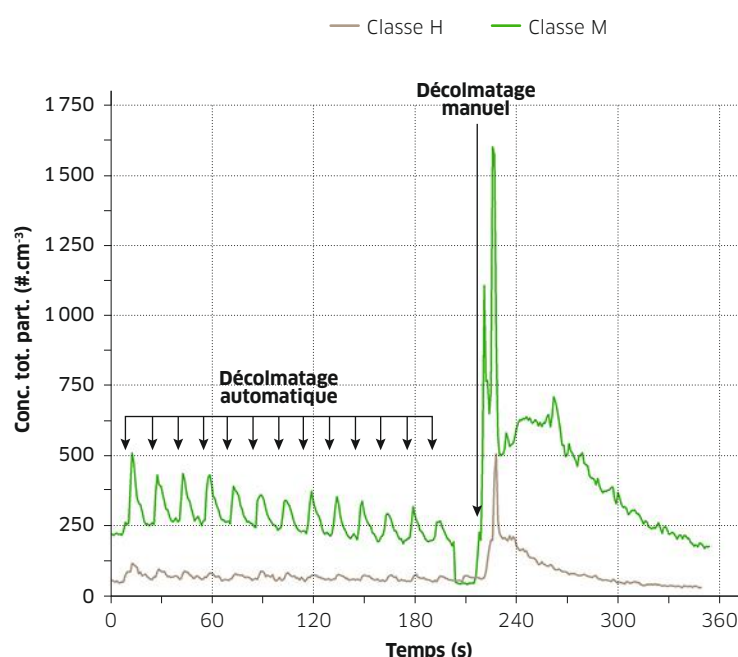
Lors du décolmatage par à-coup de pression, des « bouffées » de particules sont souvent observées à l'aval du système de filtration [3]. Ce phénomène est dû à la baisse ponctuelle d'efficacité de filtration lors du décolmatage, mais aussi au relargage de particules préalablement arrêtées par le filtre. À la suite du colmatage des aspirateurs, une évaluation du relargage de particules lors des décolmatages automatique et manuel a été réalisée. Pour cela, la concentration en aval de l'aspirateur a été mesurée à la fin des cycles de colmatage, sans génération de poussière. À titre d'exemple, la concentration totale à l'aval de l'aspirateur A1 en classes M et H est présentée sur la *Figure 6*. Un comportement similaire a été observé avec l'aspirateur A2 en classes M et H.

Le relargage de particules lors des deux types de décolmatage, automatique et manuel, a été évalué :

- **décolmatage automatique** : lors des à-coups de pression, des pics de concentrations d'intensité décroissante sont visibles en aval de l'aspirateur de classe M, impliquant un relargage important de particules pour cet appareil. À l'inverse, le relargage de particules par l'aspirateur de classe H est



↑ FIGURE 5 Évolution du débit de l'aspirateur A1 (classe M) lors de dix cycles de colmatage par de la poussière de dolomie, avec et sans préfiltration.

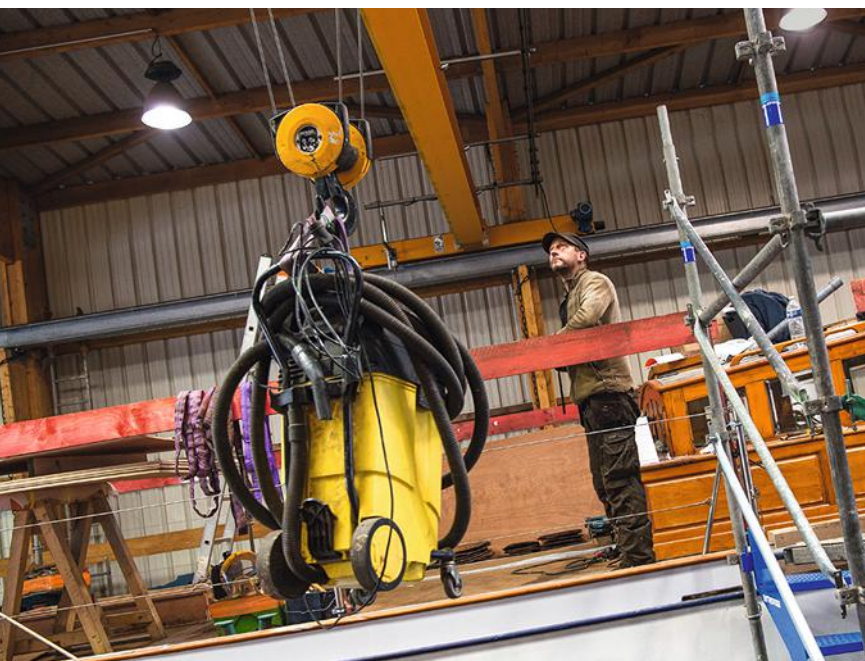


↑ FIGURE 6 Concentration à l'aval de l'aspirateur A1 (sans préfiltration) après dix cycles de colmatage, sans génération de poussière

très faible, avec une concentration se stabilisant très rapidement ;

- **décolmatage manuel** : l'à-coup de pression est bien plus important que lors du décolmatage automatique, relâchant une quantité très importante de particules à l'aval de l'aspirateur de classe M. Une concentration non négligeable est également observée dans le cas de l'appareil de classe H, bien que plus faible que pour la classe M. Une attention particulière doit donc être portée





© Gael Kerbaol/INRS/2016

à cette opération de décolmatage manuel, qui pourrait exposer les opérateurs aux poussières initialement aspirées.

Conclusion

Le choix de la classe de l'aspirateur dépend fortement des conditions opératoires et de l'application souhaitée. Les essais réalisés montrent que les aspirateurs de classe H, recommandés pour la collecte de poussières dangereuses comme la silice cristalline, offrent une filtration efficace et par conséquent un niveau de protection bien supérieur aux appareils de classe M³. D'une manière générale, le colmatage rapide des aspirateurs testés nécessite des décolmatages fréquents. Cependant, cette contrainte n'entraîne pas systématiquement une baisse du débit d'aspiration, certains modèles parvenant à maintenir un débit relativement stable. L'étude met également en évidence l'impact du sac filtrant : s'il accélère le colmatage et réduit les performances d'aspiration, il stabilise également le débit et joue un rôle essentiel en limitant l'exposition des opérateurs lors des interventions de maintenance. Son utilisation doit donc être évaluée en fonction des conditions du chantier et des exigences de protection.

Par ailleurs, le décolmatage manuel, bien que plus efficace pour restaurer le débit d'aspiration, entraîne un relargage de particules plus important que le décolmatage automatique, en particulier pour les appareils de classe M. Le décolmatage automatique, même s'il ne s'est pas montré aussi efficace que le décolmatage manuel avec la poussière testée en laboratoire, peut néanmoins être pertinent

pour d'autres types de poussières non testées dans cette étude et mieux limiter le relargage.

Pour améliorer les performances de filtration, une approche intéressante consisterait à utiliser un sac filtrant efficace classé M qui serait la cible du décolmatage automatique, suivi d'un filtre terminal de très haute efficacité classé H. Le filtre terminal capturerait ainsi les particules non collectées par le sac et celles relarguées lors du décolmatage, et l'opérateur serait moins exposé lors de la maintenance. Ces conclusions, issues d'essais en laboratoire sur une poussière modèle dont la granulométrie est représentative des poussières générées sur les chantiers, doivent être transposées avec précaution aux situations réelles. Un choix raisonné des équipements et des procédures de maintenance est essentiel pour concilier performance d'aspiration, autonomie et protection des travailleurs. ●

1. Pour les poussières, l'article R. 4222-10 du Code du travail définit une concentration moyenne à ne pas dépasser sur une période de 8 heures, mesurée dans l'ambiance du local et uniquement « dans les locaux à pollution spécifique ». En revanche, la norme EN 60335-2-69 [2] évoque spécifiquement des VLEP pour le classement des systèmes de filtration.

2. Les matériaux utilisés pour ces filtres terminaux des aspirateurs A1 et A2 sont a priori les mêmes, d'après les informations fournies par leurs fabricants.

3. Les filtres terminaux H ou M de certains appareils peuvent être interchangés par erreur ou volontairement ; un système de détrompeur devrait être systématiquement imposé sur ces étages de filtration.

BIBLIOGRAPHIE

[1] BEAUDRY C. ET AL. – Exposition des travailleurs de la construction à la silice cristalline. Bilan et analyse de la littérature. IRSST, Rapport R-692, 2011. Accessible sur : <https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/100593/n/exposition-travailleurs-construction-silice-cristalline-bilan-analyse-litterature-r-692>

[2] NORME NF EN 60335-2-69 – Appareils électrodomestiques et analogues. Sécurité. Partie 2-69 : Exigences particulières pour les aspirateurs fonctionnant en présence d'eau ou à sec, y compris les brosses motorisées, à usage commercial. Afnor, 2012. Accessible sur : <https://www.boutique.afnor.org> (site payant).

[3] BÉMER D. ET AL. – Filtration des aérosols : performances des médias filtrants. Hygiène & sécurité du travail (Cahiers de notes documentaires), 2006, ND 2241. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ND%202241>

[4] BÉMER D. ET AL. – Performances des médias filtrants utilisés en dépoussiérage industriel : méthode de test. Hygiène & sécurité du travail (Cahiers de notes documentaires), 2002, 188, ND 2178. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ND%202178>

Participez à la recherche



Bruit

→ Étude de la vitesse de récupération de la fatigue auditive

L'INRS a récemment mis en évidence qu'une exposition sonore professionnelle comprise entre 80 et 87 dB(A) engendrait de la fatigue auditive, c'est-à-dire une diminution temporaire des performances auditives. Jugée bénigne car en apparence réversible, cette fatigue auditive répétée tout au long d'une carrière peut provoquer à terme des troubles auditifs graves, comme une surdité ou des acouphènes. L'INRS sollicite la participation d'entreprises pour évaluer la vitesse de récupération de la fatigue auditive après une exposition sonore au poste de travail.

> Objectifs de l'étude

- Caractériser la vitesse de récupération de la fatigue auditive en situation réelle.
- Élaborer des recommandations pouvant permettre de lutter contre son accumulation et prévenir le risque de troubles auditifs à long terme.

> Profils de salariés et d'entreprises recherchés

Entreprises et leurs salariés travaillant en atelier, quel que soit le secteur d'activité, et ayant une activité susceptible de les exposer à des niveaux de bruits supérieurs à 80 dB(A) pendant au moins deux heures.

> Méthodologie

Cette étude s'inscrit dans un protocole de recherche validé par un Comité de protection des personnes. La contribution des salariés sera basée sur le volontariat.

Les salariés participeront, après information préalable sur le déroulement de l'étude, à une phase d'inclusion (15 à 20 minutes), au cours de laquelle ils donneront par écrit leur consentement libre et éclairé puis rempliront un questionnaire, avec l'assistance d'un représentant de l'INRS.

Des mesures auditives seront ensuite réalisées sur une seule journée : une première mesure avant la prise de poste (20 minutes), puis quatre mesures pendant les deux heures suivant la fin de l'exposition sonore (10 minutes par mesure). Pendant la période de récupération, les volontaires ne devront pas être exposés à du bruit. L'exposition sonore individuelle sera précisément mesurée durant la journée de travail grâce à un exposimètre.



Chaque salarié volontaire recevra ses propres résultats. Les résultats anonymisés, leur analyse et, le cas échéant, des conseils de prévention adaptés à la situation feront l'objet d'un rapport qui sera remis à l'entreprise. À la demande de celle-ci, une réunion de restitution pourra être organisée.

Scannez ce QR-code pour obtenir
la lettre d'information complète
du protocole de l'étude :



Vous souhaitez participer ?

Pour toute question, contactez les responsables de l'étude :

Thomas Venet ou Benoit Pouyatos

Tél. : 03 83 50 85 08 ou 03 83 50 21 02

thomas.venet@inrs.fr • benoit.pouyatos@inrs.fr

Département Toxicologie et biométrie, INRS

1, rue du Morvan, CS 60027,

54519 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex



Base Colchic

La base de données d'exposition professionnelle aux agents chimiques et biologiques Colchic regroupe l'ensemble des mesures d'exposition effectuées sur les lieux de travail par les huit laboratoires interrégionaux de chimie (Lic) des Carsat/Cramif et les laboratoires de l'INRS. Elle est gérée par l'INRS et a été créée en 1987 à l'initiative de la Caisse nationale de l'assurance maladie (Cnam). À ce jour, Colchic compte plus d'un million de résultats pour 745 substances chimiques et agents biologiques.

EXPOSITION PROFESSIONNELLE À DES AGENTS CHIMIQUES OU BIOLOGIQUES DANS L'INDUSTRIE DE LA VIANDE (2015-2024)

Cet article présente un portrait des expositions professionnelles dans le secteur de la transformation et de la conservation de viande, ainsi que dans celui de la préparation de produits à base de viande. Il dresse un bilan des agents chimiques et biologiques mesurés et des niveaux d'exposition rencontrés.

GAUTIER
MATER,
ANDREA
EMILI
INRS,
département
Métrologie
des polluants

L'industrie de la viande en France

Parmi les filières du secteur agroalimentaire, l'industrie de la viande gère la transformation et la conservation de la viande, ainsi que la préparation de produits à base de viande, et est référencée par le code NAF 10.1 (Insee). Fin 2023, cette filière enregistrait 3917 établissements dont la majorité comptait moins de 10 salariés (Cf. Figure 1) pour un effectif total avoisinant les 94904 salariés [1]. La filière se subdivise en quatre secteurs d'activité:

• Transformation et conservation de la viande de boucherie (NAF 10.11Z)

Les activités principales de ce secteur sont l'abattage d'animaux de boucherie, la préparation et l'emballage de la viande et la production de viandes, fraîches, congelées ou surgelées, en carcasses ou en morceaux. La production de cuirs et de peaux bruts provenant de l'activité des abattoirs, la production

de saindoux et d'autres graisses animales comestibles, la préparation des abats et la production de laine de délainage font également partie des activités de ce secteur.

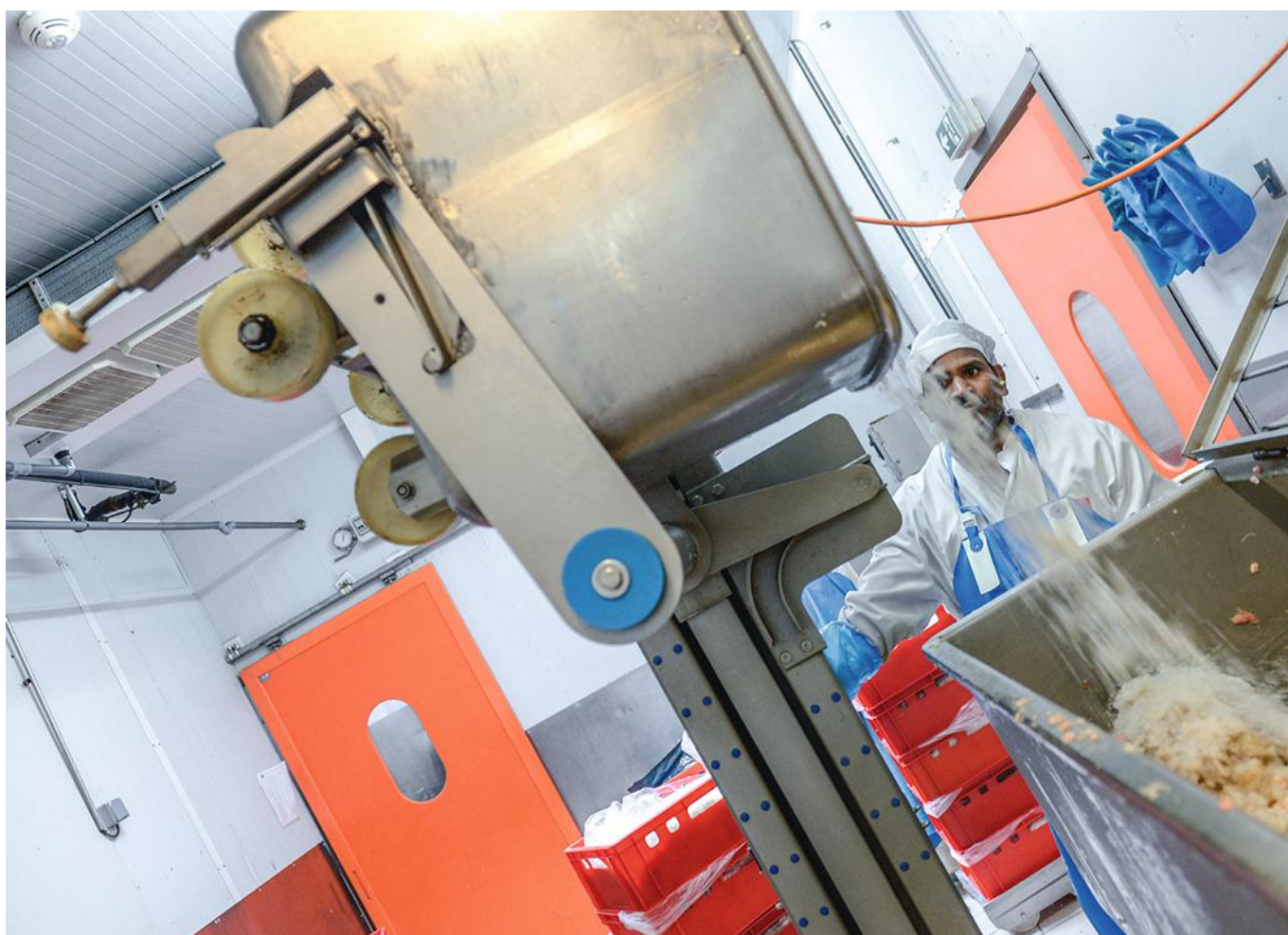
• Transformation et conservation de la viande de volaille (NAF 10.12Z)

Ce secteur comprend comme principales activités l'abattage, la préparation et l'emballage de volailles, la production de viandes de volailles et l'extraction des graisses comestibles. Les activités secondaires englobent la production de plumes, de peaux et de duvets et la préparation des abats.

• Préparation industrielle de produits à base de viande (NAF 10.13A)

Les principales activités de ce secteur sont la fabrication industrielle de produits à base de viandes ou d'abats (pièces salées, fumées, séchées, cuites, etc.),

Un biais d'interprétation est susceptible d'être introduit lors de l'exploitation des bases de données nationales d'exposition professionnelle telles que Colchic. En effet, ces bases n'ont pas été conçues dans le but d'être représentatives de l'ensemble des travailleurs ou d'un secteur professionnel donné.



© Fabrice Dimer pour l'INRS / 2024

la fabrication industrielle de charcuteries, la préparation de foies gras et la production de farines et poudres de viandes.

• Charcuterie (NAF 10.13B)

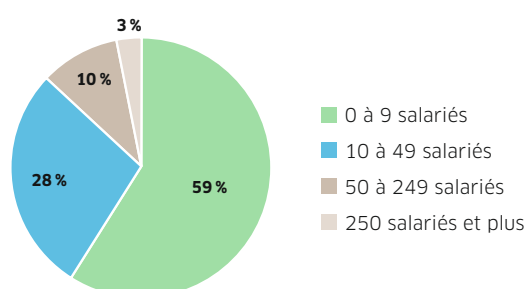
Ce dernier secteur concerne la préparation artisanale des produits à base de viandes ou d'abats et de charcuteries.

Les maladies professionnelles

En 2021, 1 574 cas de maladies professionnelles (MP) ont été comptabilisés dans la filière de la transformation et de la conservation de la viande et de la préparation de produits à base de viande [2]. Une large majorité (> 95 %) de ces maladies étaient rattachées aux troubles musculosquelettiques (TMS) [3]. Au regard de l'exposition à des agents chimiques ou biologiques, des MP ont été reconnues au titre du tableau n°15 (« Affections provoquées par les amines aromatiques, leurs sels et leurs dérivés notamment hydroxylés, halogénés, nitrés, nitrosés et sulfonés ») et du tableau n°77 (« Périonyxis et onyxis ») dans le secteur de la transformation et la conservation de la viande de volaille (NAF 10.12Z). De même, un cas de

reconnaissance au titre du tableau n°65 (« Lésions eczématiformes récidivant en cas de nouvelle exposition au risque ou confirmées par un test épicutané positif au produit manipulé ») a été enregistré dans le secteur de la transformation et conservation de la viande de boucherie (NAF 10.11Z) et de la préparation industrielle de produits à base de viande (NAF 10.13A). Dans ce dernier secteur, deux autres MP ont également été reconnues au titre des tableaux n°30 (« Affections professionnelles consécutives à l'inhalation de poussières d'amiante ») et n°66 bis (« Pneumopathies d'hypersensibilité »).

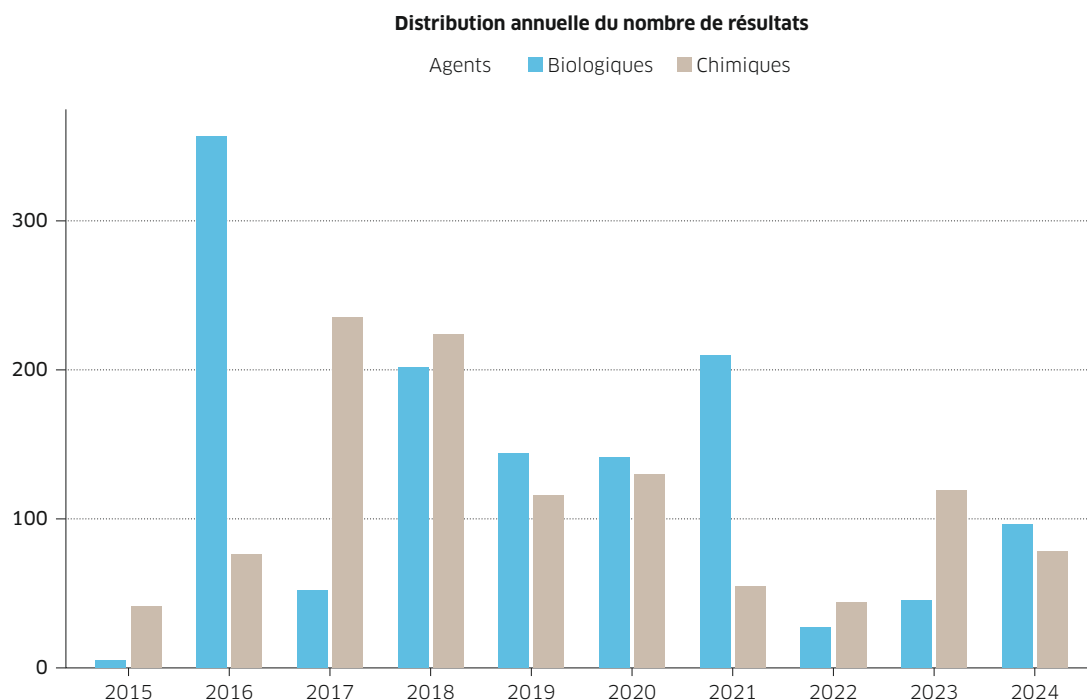
Préparation de farces à base de viandes et de légumes dans un atelier de production de spécialités culinaires asiatiques.



← FIGURE 1 Répartition par tranche d'effectif des établissements de la filière de la transformation et de la conservation de la viande et de la préparation de produits à base de viande [4].



FIGURE 2 →
Distribution
annuelle
du nombre
de résultats
par type d'agents
chimiques
ou biologiques
enregistrés dans
la base de
données Colchic.



Les risques chimique et biologique

Le risque chimique dans l'industrie de la viande peut être lié à la manipulation, à la production ou à la maintenance. La manipulation d'additifs (nitrates, nitrites, conservateurs) et d'exhausteurs de goût (épices) sous forme de poudres peut causer des irritations ou conduire à des allergies respiratoires. Les activités liées à la production (préparation de la viande, fabrication de produits transformés, cuisson, fumage...) ou à la maintenance des installations peuvent exposer les salariés à des solvants, lubrifiants, hydrocarbures, ou à des huiles industrielles. D'autres expositions à des substances chimiques sont possibles lors de l'utilisation de produits de nettoyage et de désinfection, souvent irritants pour la peau, les yeux et les voies respiratoires.

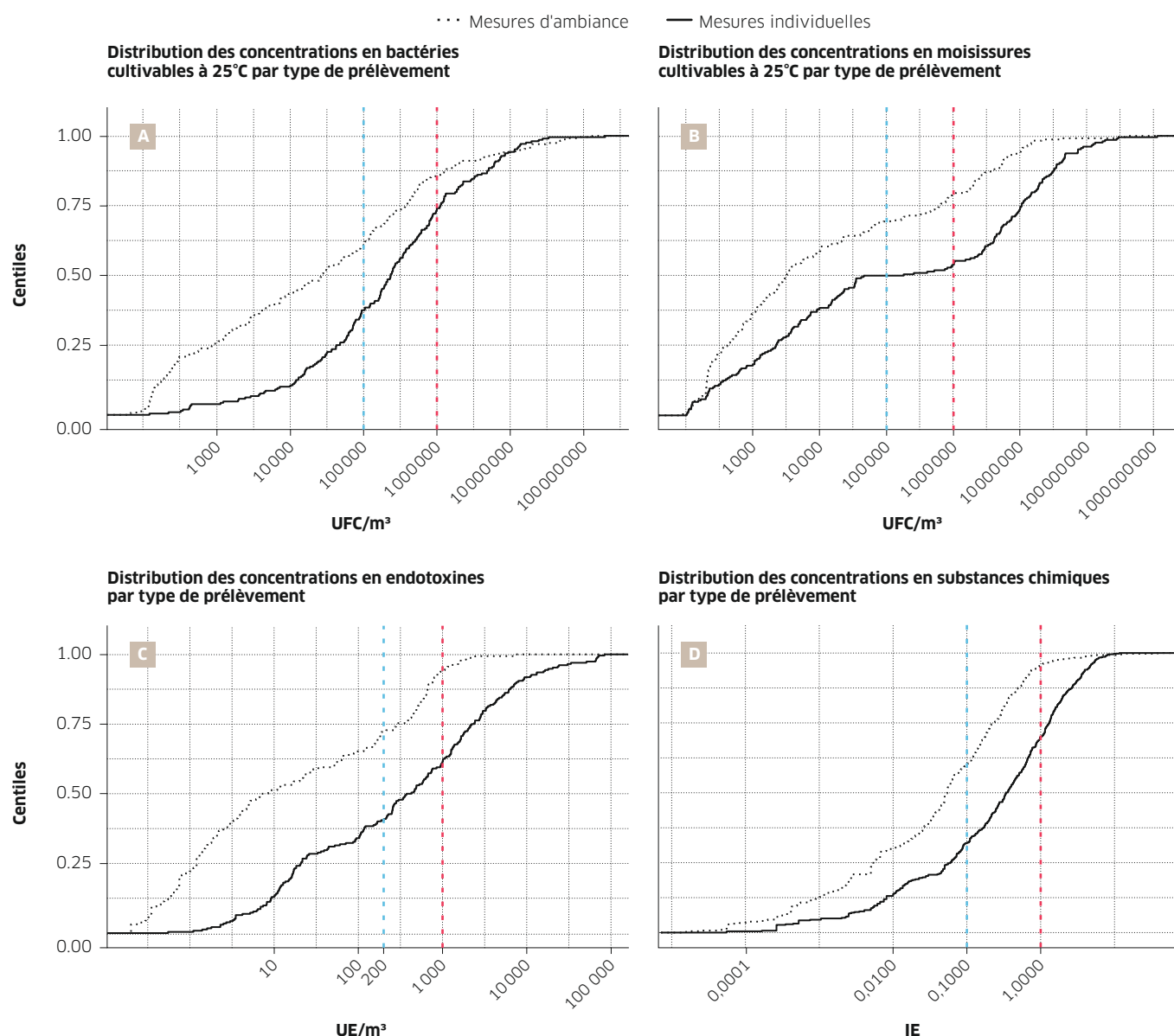
La cuisson, le fumage ou la stérilisation de produits à base de viande peuvent aussi exposer les salariés à divers composés gazeux, tels que les vapeurs (composés condensables) et les fumées de combustion (mélanges de gaz issus de la combustion), selon les procédés utilisés.

En ce qui concerne le risque biologique, la manipulation constante de la viande peut entraîner des troubles cutanés : dermites d'irritation, dermatites allergiques de contact aux protéines animales, verrues dans les paumes des mains et sur les doigts. La manipulation de viandes crues ou contaminées peut exposer à des agents biologiques pathogènes, tels les bactéries (*Salmonella*, *Listeria*), les virus ou les parasites. Une exposition à des aérosols chargés en agents biologiques est possible lors de la découpe, de l'éviscération ou du nettoyage à haute pression. Les surfaces de travail peuvent aussi être

recouvertes par des biofilms contenant des pathogènes persistants. La manipulation des carcasses et des abats peut entraîner des risques d'infection de blessures cutanées (piqûres, coupures...) par des pathogènes (pasteurellose, rouget du porc, mycobactéries...) ou liés à des toxines spécifiques. Une contamination des muqueuses oculaires est aussi possible en cas de projections accidentelles ou par frottement des yeux avec les mains. Enfin, une spécificité de la filière viande est le risque de zoonoses, c'est-à-dire la transmission de certaines maladies animales à l'homme (brucellose, leptospirose, fièvre Q, tuberculose bovine...).

Méthodes d'analyse

Le portrait des mesures porte sur la période 2015-2024. Tout d'abord, seuls les échantillons répondant à des méthodes de prélèvements et d'analyses référencées telles que celles de la base MétroPol [5] ont été conservés. Ensuite, l'ensemble des mesures de durée de prélèvement comprise entre une et dix heures rattachées à la filière de la transformation et de la conservation de la viande et de la préparation de produits à base de viande ont été retenues pour les premières analyses descriptives. Puis, seuls ont été conservés pour les analyses statiques finales les prélèvements réalisés au niveau des voies respiratoires des salariés à des fins d'évaluation de l'exposition sur la durée d'une tâche ou à des fins de comparaison à des valeurs limites d'exposition professionnelle sur huit heures (VLEP-8h)¹. Pour les substances chimiques possédant une VLEP-8h française, des indices d'exposition (IE) ont été calculés dans l'objectif de faciliter



la comparaison des distributions des niveaux d'exposition entre les différentes substances chimiques et les différentes activités. Les IE représentent le ratio entre la concentration mesurée et la VLEP-8h de la substance. Une valeur de IE > 1 signifie un dépassement de la VLEP-8h. Les valeurs dont la concentration est inférieure à la limite de quantification (LQ) ont été remplacées par LQ/2.

Données de la base Colchic

Entre 2015 et 2024, un total de 2122 concentrations à des agents chimiques (40 %) et biologiques (60 %) ont été mesurées et recensées dans la base Colchic pour la filière de la transformation et de la conservation de la viande et de la préparation de produits à base de viande (Cf. Figure 2).

La Figure 3 présente la distribution des concentrations sous forme de courbes de fréquence cumulée

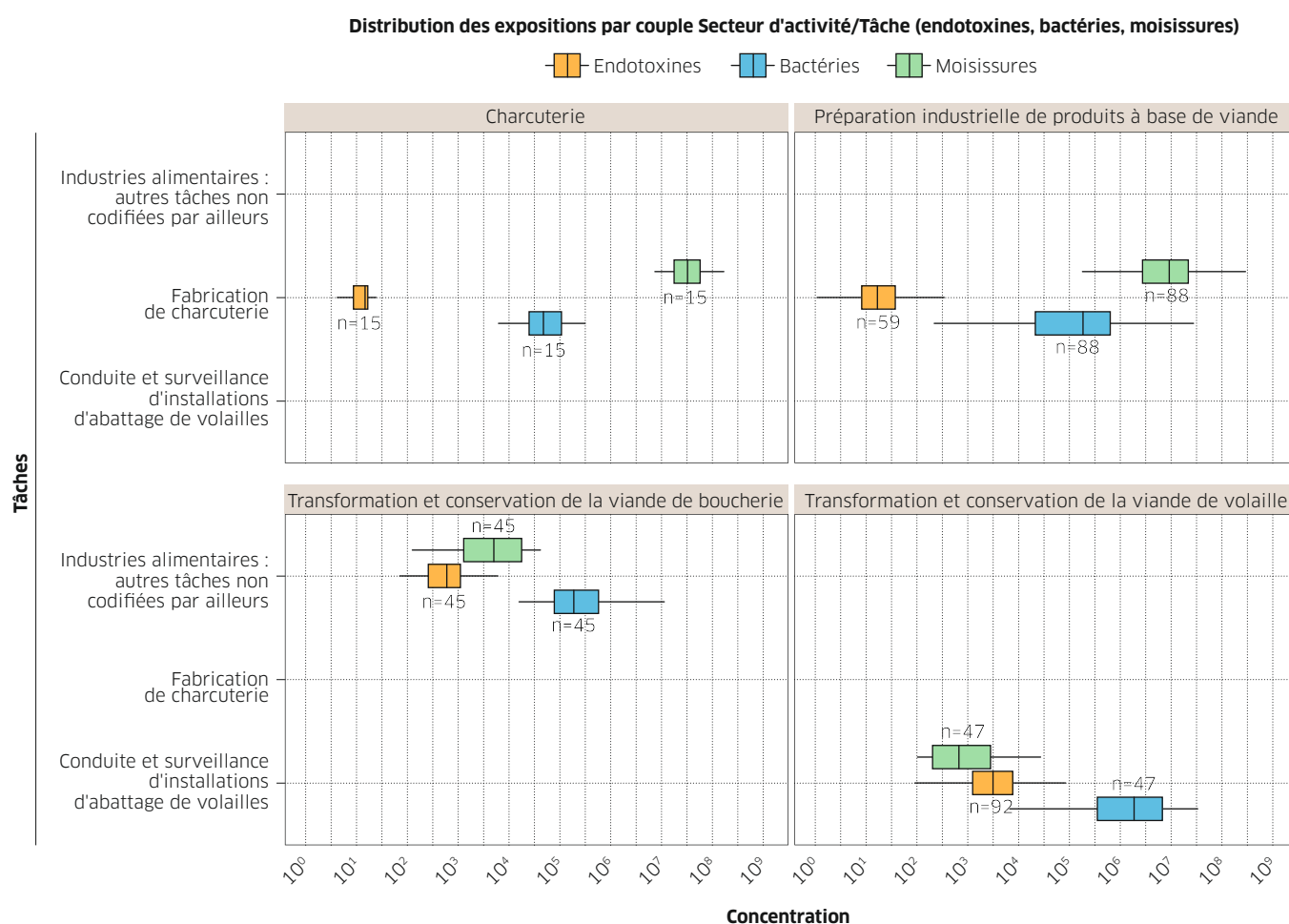
pour les bactéries et les moisissures cultivables à 25°C, les endotoxines et pour l'ensemble des substances chimiques (Cf. Tableau 1, page suivante). Pour les agents biologiques, sont représentés en traits discontinus bleu et rouge les valeurs guides proposées par l'INRS pour aider à l'interprétation des résultats et à la mise en place de mesures de prévention² [6,7]. Pour les substances chimiques, l'IE a été utilisé pour tracer ces courbes : la partie de la courbe à droite du trait discontinu rouge donne le pourcentage de mesures dépassant la VLEP-8h ; les mesures à gauche du trait discontinu bleu sont inférieures à 10 % de la VLEP-8h. Pour les bactéries et les moisissures cultivables à 25°C, 62 % et 50 % des expositions individuelles représentent des situations de travail non satisfaisantes (> 100 000 UFC/m³). Pour les endotoxines, 59 % des expositions individuelles sont supérieures

↑ FIGURE 3
Courbes de fréquence cumulée des agents biologiques (A, B et C) et de l'ensemble des substances chimiques (D) stratifiées par type de prélèvement : ambiance (traits discontinus) versus individuel (traits pleins).



SECTEUR D'ACTIVITÉ	AGENTS	N° CAS	VLEP -8H	UNITÉ	NB	% < LQ	MOYENNE	MIN	P50	P95	MAX	% > VLEP -8H
Charcuterie	Bactéries cultivables à 25 °C	—	—	UFC/m ³	15	7	9,2.10 ⁴	< 2425	4,8.10 ⁴	2,7.10 ⁵	3,2.10 ⁵	—
	Endotoxines	—	—	UE/m ³	15	0	30	1,8	15	98	270	—
	Moisissures cultivables à 25 °C	—	—	UFC/m ³	15	0	1,1.10 ⁸	1,0.10 ⁶	3,3.10 ⁷	4,5.10 ⁸	1,1.10 ⁹	—
Préparation industrielle de produits à base de viande	Alcool isopropylique	67-63-0	490	mg/m ³	17	0	4,9	2	4	8,2	9	0
	Bactéries cultivables à 25 °C	—	—	UFC/m ³	88	1	1,1.10 ⁶	< 218	1,9.10 ⁵	5,4.10 ⁶	2,8.10 ⁷	—
	Endotoxines	—	—	UE/m ³	59	7	41	< 1,1	17	170	344	—
	Éthanol	64-17-5	1900	mg/m ³	17	53	1,4	< 0,50	< 0,50	3,6	10	0
	Moisissures cultivables à 25 °C	—	—	UFC/m ³	88	0	2,5.10 ⁷	3,6.10 ²	9,2.10 ⁶	1,1.10 ⁸	2,9.10 ⁸	—
	Poussières totales (locaux à pollution spécifique)	—	4	mg/m ³	19	0	14	1,1	7,9	33	47	89
Transformation et conservation de la viande de boucherie	Ammoniac, anhydre	7664-41-7	7	mg/m ³	29	0	2,2	0,11	1,2	6,3	8	3
	Bactéries cultivables à 25 °C	—	—	UFC/m ³	48	0	5,3.10 ⁶	1,6.10 ⁴	2,1.10 ⁵	8,7.10 ⁶	2,0.10 ⁸	—
	Endotoxines	—	—	UE/m ³	56	0	903	60	635	2,5.10 ³	6.10 ³	—
	Formaldéhyde	50-00-0	0,37	mg/m ³	5	0	—	0,001	—	—	0,005	0
	Glutaraldéhyde	111-30-8	0,4	mg/m ³	10	0	0,16	0,002	0,006	0,86	1,6	10
	Moisissures cultivables à 25 °C	—	—	UFC/m ³	48	12	1.10 ⁴	< 1,3.10 ²	4,9.10 ³	3,5.10 ⁴	4,2.10 ⁴	—
	Poussières totales (locaux à pollution spécifique)	—	4	mg/m ³	39	0	0,75	0,12	0,33	2,9	3	0
Transformation et conservation de la viande de volaille	Bactéries cultivables à 25 °C	—	—	UFC/m ³	57	4	4,1.10 ⁶	< 1,2.10 ²	1,1.10 ⁶	1,4.10 ⁷	3,3.10 ⁷	—
	Chrome VI et ses composés	—	1	µg/m ³	8	12	—	< 0,13	—	—	0,7	0
	Endotoxines	—	—	UE/m ³	102	1	9.10 ³	< 0,55	2,8.10 ³	6,5.10 ⁴	8,4.10 ⁴	—
	Moisissures cultivables à 25 °C	—	—	UFC/m ³	57	26	9,3.10 ⁵	< 10 ²	1,3.10 ³	3,3.10 ⁶	3,1.10 ⁷	—
	Poussières alvéolaires (locaux à pollution spécifique)	—	0,9	mg/m ³	21	29	0,19	< 0,005	0,06	0,74	1	5
	Poussières totales (locaux à pollution spécifique)	—	4	mg/m ³	225	0	6,2	0,03	3,9	20	39	49

↑ TABLEAU 1 Statistiques descriptives des expositions aux substances chimiques et aux agents biologiques.



à 200 UE/m³. Enfin, concernant les substances chimiques, 30 % des expositions individuelles dépassent la VLEP-8h.

Par ailleurs, l'analyse des résultats exposés dans la Figure 3 met en évidence que, quel que soit le type de substance étudiée, les mesures d'ambiance tendent à sous-estimer l'exposition des travailleurs. Ce constat est également vrai pour les agents biologiques. Cela souligne l'importance de privilégier les prélèvements individuels, afin d'intégrer les gestes et postures des salariés, ainsi que les variations spatiales et temporelles au sein de l'environnement de travail. En effet, l'exposition individuelle présente une variabilité significative au sein d'un même poste, rendant ainsi les mesures d'ambiance inadaptées à une évaluation précise des expositions professionnelles [8].

Le Tableau 1 présente les indicateurs statistiques des concentrations de bactéries cultivables à 25 °C, de moisissures cultivables à 25 °C, d'endotoxines et de plusieurs substances chimiques dans les quatre secteurs d'activité de la filière.

Le secteur de la transformation et de la conservation de la viande de volaille enregistre généralement les niveaux médians (P50) les plus élevés

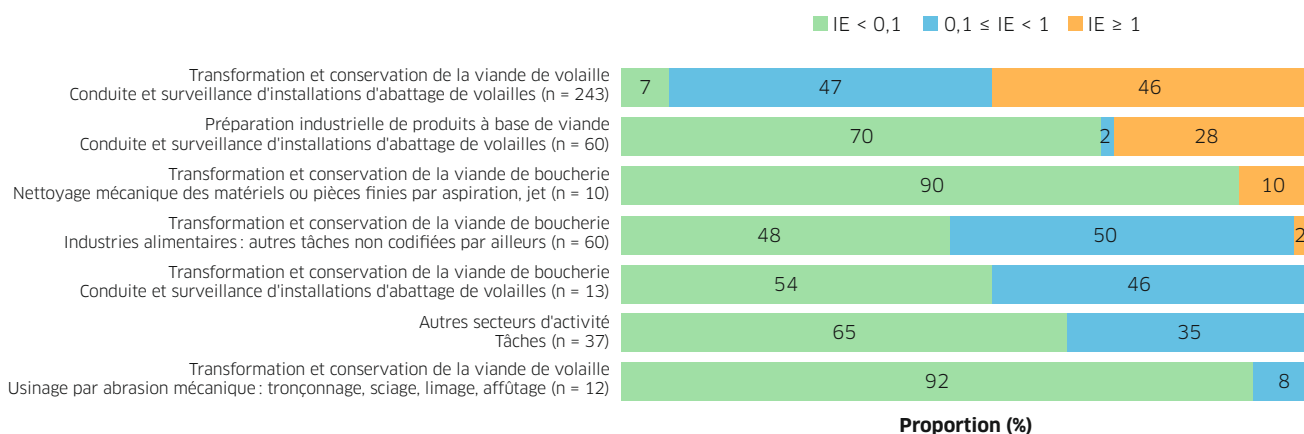
pour les agents biologiques. Ce secteur affiche également une proportion significative (49 %) de niveaux de poussières totales dépassant la concentration moyenne maximale admissible pour l'air inhalé par le salarié. Cette proportion atteint 89 % pour le secteur de la préparation industrielle de produits à base de viande.

La concentration de glutaraldéhyde, utilisé comme produit de nettoyage et de désinfection, dépasse dans 10 % des cas la VLEP-8h dans le secteur de la transformation et de la conservation de la viande de boucherie. Cette substance est incluse dans le règlement sur les produits biocides (BPR – Cf. Règlement (UE) n°528/2012³) et est autorisée comme substance active dans les produits de type 4 « Désinfectants pour les surfaces en contact avec les denrées alimentaires ». Dans ce même secteur, 3 % des concentrations en ammoniac mesurées dépassent la VLEP-8h. Cette substance est souvent utilisée pour ses propriétés d'élimination des graisses et des résidus organiques.

La Figure 4 permet de comparer par tâche et par secteur d'activité les expositions aux agents biologiques. Pour la tâche de « fabrication de charcuterie », l'exposition aux endotoxines et bactéries est

↑ FIGURE 4
Distribution des concentrations des agents biologiques par couple secteur d'activité/tâche (n ≥ 10), exprimées en UFC/m³ pour les bactéries et les moisissures cultivables à 25 °C et en UE/m³ pour les endotoxines.





↑ FIGURE 5 Distribution des indices d'exposition (IE) des substances chimiques par couple secteur d'activité/tâche (n ≥ 10).

↓ FIGURE 6 Co-expositions à des substances chimiques dans la filière de la transformation et conservation de la viande et de la préparation de produits à base de viande.

plus importante dans le secteur de la préparation industrielle de produits à base de viande, plutôt que dans le secteur de la charcuterie (production artisanale) ; l'inverse est vrai pour les moisissures. La « conduite et surveillance d'installations d'abattage de volailles » est caractérisée par les niveaux d'exposition aux bactéries (P95 ≈ 1,6 x 10⁷ UFC/m³) et endotoxines (P95 ≈ 6,6 x 10⁴ UE/m³) les plus élevés et par les niveaux les plus faibles en moisissures

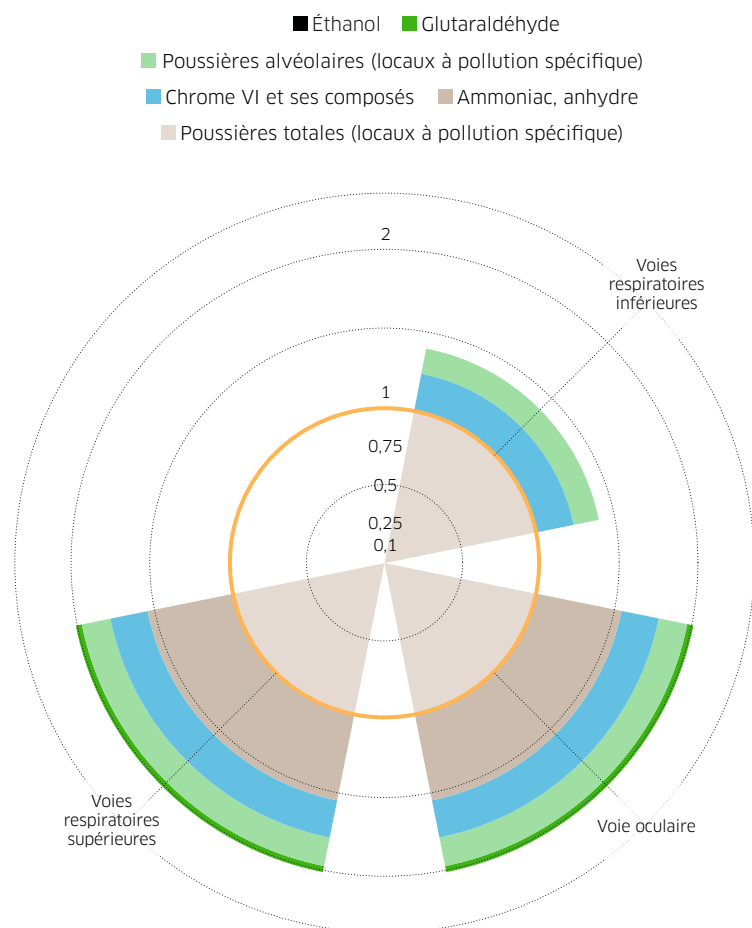
(P95 ≈ 1,2 x 10⁴ UFC/m³). Les niveaux les plus élevés en moisissures se trouvent dans le secteur de la charcuterie (P95 ≈ 4,5 x 10⁸ UFC/m³).

La Figure 5 décrit la distribution des IE des substances chimiques par couple secteur d'activité/tâche pour les prélèvements individuels. Les IE sont classés en trois catégories : inférieur à 0,1 (correspondant à 10 % de la valeur prise comme référence) en vert, compris entre 0,1 et 1 en bleu et supérieur à 1 (indiquant un dépassement de la valeur de référence) en orange. Les couples secteur d'activité/tâche dont le nombre de mesures est inférieur à 10 sont regroupés dans la catégorie « Autres secteurs d'activité / Tâches ».

La tâche de « conduite et de surveillance d'installations d'abattage de volailles » enregistre 73 % des prélèvements individuels des substances chimiques. Cette tâche combinée avec le secteur de la transformation et de la conservation de la viande volaille ou celui de la préparation industrielle de produits à base de viande présente la plus grande proportion de dépassements de la VLEP-8h : 46 % et 28 % respectivement pour chacun des secteurs. Ces dépassements sont essentiellement liés aux poussières totales. Bien que les concentrations mesurées soient globalement inférieures à 10 % de la VLEP-8h dans le secteur de la transformation et de la conservation de viande de boucherie, des dépassements ponctuels de cette valeur limite sont toutefois observés lors des opérations de nettoyage impliquant l'utilisation de glutaraldéhyde et de formaldéhyde.

Une analyse des co-expositions, réalisée à l'aide de l'outil n°110 de l'INRS⁴ [9] pour la filière de la transformation et conservation de la viande et de la préparation de produits à base de viande et présentée sur la Figure 6, a permis d'identifier une augmentation des effets sur :

- les voies respiratoires inférieures lors de la présence conjointe de poussières totales, de chrome hexavalent et de poussières alvéolaires ;





© Grégoire Maisonneuve pour l'INRS / 2024

- les atteintes oculaires ou les effets sur les voies respiratoires supérieures en présence de deux ou plusieurs substances chimiques parmi l'éthanol, les poussières totales, le chrome hexavalent, les poussières alvéolaires, le glutaraldéhyde et l'ammoniac.

Discussion et conclusions

La filière de la transformation et de la conservation de la viande, ainsi que la préparation de produits carnés, regroupent des procédés industriels et artisanaux, notamment en charcuterie. La diversité des tâches exercées expose les travailleurs à une co-exposition aux substances chimiques et aux agents biologiques, due aux multiples étapes de production. L'utilisation de produits de nettoyage, la manipulation des viandes et les conditions de travail spécifiques favorisent ces risques, nécessitant des mesures de prévention adaptées. Parmi les tâches les plus impactantes, celle de conduite et de surveillance d'installations d'abattage de volailles engendre des niveaux particulièrement importants en poussières. En milieu professionnel, ces poussières favorisent entre autres la transmission de maladies respiratoires par inhalation de poussières ou d'aérosols provenant de réservoirs biologiques [10]. Par exemple, les mélanges de moisissures utilisés dans la fabrication des saucissons

exposent les travailleurs à des risques d'allergies ou d'infections respiratoires et à des expositions par contact cutané, pouvant également entraîner des effets comme de l'eczéma ou encore des réactions ophtalmiques [11,12].

Afin de réduire ces expositions, des mesures de prévention adaptées doivent être mises en place. Concernant le risque chimique, il est recommandé de substituer les substances les plus dangereuses par des alternatives moins nocives. L'empoussièrement important généré par l'accrochage et l'abattage de volailles nécessite la mise en place d'équipements de protection collective adaptés, comme des caissons aspirants [13]. La formation du personnel aux bonnes pratiques de manipulation des produits chimiques, incluant la lecture des étiquetages, des pictogrammes CLP⁵ et des fiches de données de sécurité (FDS), constitue un levier majeur de prévention. De plus, le stockage sécurisé des substances dangereuses dans des armoires ventilées, séparées selon leur compatibilité, et la mise en place d'une surveillance atmosphérique (exposition à l'ammoniac, aux fumées de combustion) accompagnée d'un plan de prévention pour les interventions en zones à risque (maintenance frigorifique) sont des mesures essentielles. Enfin, le port d'équipements de protection individuelle (EPI) adaptés, tels que des gants résistants

Poste de découpe de viande.



aux produits chimiques, des lunettes de protection et des appareils de protection respiratoires, est essentiel.

Concernant la prévention du risque biologique, une formation spécifique à l'hygiène et aux bonnes pratiques de manipulation des viandes est indispensable, incluant le lavage des mains et le port de gants adaptés. Un plan rigoureux de nettoyage et

de désinfection avec traçabilité doit être appliqué pour limiter les risques de contamination notamment sur les surfaces de travail [14]. La mise en place d'une ventilation efficace et de dispositifs de captage des aérosols à la source dans les zones de découpe ou d'éviscération contribue également à la réduction des expositions. Le port d'EPI adéquats, tels que des gants étanches, des masques en cas d'exposition à des aérosols, des lunettes de protection et des vêtements spécifiques, est impératif [15]. Enfin, la surveillance médicale du personnel constitue une mesure préventive essentielle pour protéger la santé des travailleurs.

Les risques chimique et biologique ne sont pas les seuls risques existants dans la filière de la transformation et de la conservation de la viande, ainsi que la préparation de produits carnés. La maintenance de quartiers et carcasses peut provoquer des TMS, aggravés par le port de charges lourdes, la répétitivité des gestes et les conditions de travail (froid, vibrations). Les glissades et chutes de plain-pied sont favorisées par la présence de déchets et de liquides au sol. Enfin, les machines et équipements de travail (scies, trancheuses) exposent les travailleurs à des risques, tels que coupures et amputations, notamment lors des opérations de production, de nettoyage et de maintenance. Tous ces facteurs de risques pour la santé et la sécurité des salariés doivent être pris en compte dans une démarche de prévention. Des solutions de prévention sur ces risques sont proposées dans le dépliant de sensibilisation destiné aux professionnels de la boucherie et de la charcuterie [16]. ●

1. Pour les poussières totales et alvéolaires, le terme VLEP est remplacé par « Concentrations moyennes de poussières à ne pas dépasser » dans les locaux à pollution spécifique; Cf. article R. 4222-10 du Code du travail. Accessible sur : www.legifrance.gouv.fr

2. Les valeurs guides proposées par l'INRS sont de 100 000 UFC/m³ et 1 000 000 UFC/m³ pour les bactéries et les moisissures cultivables à 25 °C et 200 UE/m³ et 1 000 UE/m³ pour les endotoxines. Le dépassement du premier seuil des valeurs guides doit déclencher la mise en place rapide de mesures de prévention. Le dépassement du second seuil des valeurs guides nécessite la mise en place immédiate de mesures de prévention.

3. Le « règlement BPR » désigne le Règlement (UE) n° 528/2012 du Parlement européen et du Conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides. Accessible sur : <https://eur-lex.europa.eu/>

4. INRS – Outil n° 110 : outil d'évaluation des niveaux d'exposition aux substances chimiques par situation de travail. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/outil110> Voir aussi : Fiche technique HST n° 36 – Comment utiliser l'outil [n° 110]? Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=FI%2036>

5. Le « règlement CLP » désigne le Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances chimiques et des mélanges. Accessible sur : <https://eur-lex.europa.eu/>

BIBLIOGRAPHIE

- [1] UNION DE RECOUVREMENT DES COTISATIONS DE SÉCURITÉ SOCIALE ET D'ALLOCATIONS FAMILIALES (URSSAF) – *Effectifs salariés et nombre d'établissements dans le secteur privé (régime général)*. 2024. Accessible sur : <https://open.urssaf.fr/pages/dataviz-etablissements-et-effectifs-salaries/>
- [2] INRS – *Tableaux des maladies professionnelles*. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/publications/bdd/mp.html>
- [3] ASSURANCE MALADIE – *Fiches de sinistralité. NAF niveau 5*. 2021. Accessible sur : <https://www.assurance-maladie.ameli.fr/etudes-et-donnees/par-theme/risques-professionnels-et-sinistralite/moteur-recherche-code-ape-naf/recherche-fiches-sinistralite-par-code-naf>
- [4] INDUSTRIE AGROALIMENTAIRE – *État des lieux complet de l'industrie de la viande française*. Accessible sur : <https://www.industrie-agroalimentaire.net/etat-des-lieux-complet-de-lindustrie-de-la-viande-francaise/>
- [5] INRS – *Base de données MétroPol*. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>
- [6] ALONSO L. ET AL. – Résultats de mesures d'endotoxines : exploitation et impact sur les valeurs guides existantes. *Hygiène & sécurité du travail*, 2025, 279, NT 122, pp. 63-69. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/publications/hst/notes-techniques.html>
- [7] DAVID C. ET AL. – Valeurs guides bactéries et moisissures cultivables – Interprétation des résultats de métrologie des bioaérosols. *Hygiène & sécurité du travail*, 2023, 271, NT 109, pp. 55-63. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=NT%20109>
- [8] INRS – *Mesure de l'exposition atmosphérique*. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/risques/mesure-expositions-agents-chimiques-biologiques/mesure-exposition-atmospherique.html>
- [9] MATER G. ET AL. – Outil d'évaluation des niveaux d'exposition aux substances chimiques par situation de travail. *Références en santé au travail*, 2023, TM 76. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TM%2076>
- [10] INRS – *Endotoxines en milieu de travail*. 2018, ED 4412. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%204412>
- [11] GEHIN D. ET AL. – Fabrication des saucissons secs et pneumopathie d'hypersensibilité – Point des connaissances et étude de poste. *Documents pour le médecin du travail*, 2009, 120, TF 183. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TF%20183>
- [12] INRS – *Moisissures en milieu de travail*. 2019, ED 4416. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%204416>
- [13] INRS – *Ventilation des postes d'accrochage en abattoir de volailles*. 2017, ED 6279. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206279>
- [14] INRS – *Surfaces contaminées par des moisissures : que faire ?* 2018, ED 6299. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206299>
- [15] CARSAT PAYS-DE-LA-LOIRE – *Recommandation sur les risques biologiques dans les filières viandes*. 2016, R233 PREV. Accessible sur : https://www.carsat-pl.fr/files/live/sites/carsat-pl/files/pdf/entreprises/filiere-viande-recommandations-risques_bio.pdf
- [16] INRS – *Boucherie – Charcuterie. Santé au travail : passez à l'action !* 2020, ED 6382. Accessible sur : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206382>

SOINS SOUS MÉOPA

**18
NOVEMBRE
2025**

**Prévenir l'exposition
professionnelle au
protoxyde d'azote**

**En direct
sur internet**

**JOURNÉE
TECHNIQUE**

Le Méopa (mélange équimolaire d'oxygène et de protoxyde d'azote) est fréquemment prescrit pour la prise en charge de la douleur et de l'anxiété des patients, notamment en milieu hospitalier. Bien que les bénéfices de ce médicament pour les patients soient reconnus, son principe actif, le protoxyde d'azote, reste un agent chimique dangereux pour les salariés qui peuvent y être exposés. Pourtant, les risques professionnels associés au Méopa sont souvent mal identifiés, voire méconnus.

Des solutions organisationnelles et techniques existent pour protéger les professionnels : la mise en place de ces mesures de prévention doit être une priorité.

Cette journée technique a pour objectif de sensibiliser aux risques professionnels liés à l'utilisation du Méopa et d'informer sur les solutions pour prévenir ces risques. Leur mise en pratique sera illustrée par le retour d'expérience d'établissements engagés dans une démarche de prévention.

La journée technique s'adresse à tous les acteurs impliqués dans l'organisation des soins et la mise à disposition des locaux et des équipements : responsables des établissements de santé, responsables techniques et biomédicaux, organismes d'inspection, pharmaciens, fabricants et laboratoires, préventeurs intervenant dans les établissements de santé, services de prévention et de santé au travail, soignants et leurs formateurs.

Inscription obligatoire : meopa2025.inrs.fr – Contact : meopa2025@inrs.fr



Agenda & services

Congrès

Agenda/Événements

P.97

Formation

Agenda/Formations

P.98

Sélection bibliographique

À lire, à voir

P.100

AGENDA/ÉVÉNEMENTS

9 ET 10 OCTOBRE 2025, SAINT-MALO

Journées SMSTO « Santé mentale, addictions et travail »

Les journées de la Société de médecine et de santé au travail de l'Ouest (SMSTO) auront cette année pour thème : « Santé mentale, addictions et travail ».

Renseignements – Inscriptions :

+ https://www.smsto.fr/medecine.php?sante_travail=manifestation&id=1270



DU 14 AU 16 OCTOBRE 2025, BORDEAUX

Salon Préventica – Bordeaux

Depuis sa création, le salon Préventica s'est imposé comme un rendez-vous important pour les acteurs impliqués dans la prévention des risques professionnels. La prochaine édition se déroulera à Bordeaux, du 14 au 16 octobre 2025. Ce salon propose un programme important de conférences sur la santé et la sécurité au travail, avec la participation de l'INRS, de la Carsat Aquitaine et de nombreux autres partenaires.

Renseignements – Inscriptions :

+ <https://www.preventica.com/salon/bordeaux-2025>



18 NOVEMBRE 2025, EN LIGNE JOURNÉE TECHNIQUE INRS

Soins sous Méopa : prévenir l'exposition professionnelle au protoxyde d'azote

Le Méopa (mélange équimolaire d'oxygène et de protoxyde d'azote) est fréquemment prescrit pour la prise en charge de la douleur et de l'anxiété des patients, notamment en milieu hospitalier. Bien que les bénéfices de ce médicament pour

les patients soient reconnus, son principe actif, le protoxyde d'azote, reste un agent chimique dangereux pour les salariés qui peuvent y être exposés. Pourtant, les risques professionnels associés au Méopa sont souvent mal identifiés, voire méconnus.

Des solutions organisationnelles et techniques existent pour protéger les professionnels : la mise en place de ces mesures de prévention doit être une priorité.

Cette journée technique organisée par l'INRS s'adresse à tous les acteurs impliqués dans l'organisation des soins et la mise à disposition des locaux et des équipements : responsables des établissements de santé, responsables techniques et biomédicaux, organismes d'inspection, pharmaciens, fabricants et laboratoires, préventeurs intervenant dans les établissements de santé, services de prévention et de santé au travail, soignants et leurs formateurs.

Renseignements – Inscriptions :

+ <https://www.inrs.fr/footer/agenda/journee-technique-meopa.html>



2 DÉCEMBRE 2025, EN LIGNE JOURNÉE TECHNIQUE INRS

Accidents du travail : agir pour leur prévention

Le 2 décembre, l'INRS organise une journée technique sur le thème de la prévention des accidents du travail (AT). Des connaissances actualisées et des outils pratiques pour améliorer l'efficacité des démarches d'analyse et de prévention des AT seront présentés. Cette journée s'adresse aux préventeurs, aux employeurs et, plus généralement, à tous les acteurs désireux de s'investir dans la prévention des AT quel que soit leur secteur d'activité.

Renseignements – Inscriptions :

+ <https://www.inrs.fr/footer/agenda/journee-technique-accident-travail.html>

POUR EN SAVOIR +

• L'agenda complet des rencontres recensées par l'INRS est accessible sur : www.inrs.fr/footer/agenda.html

AGENDA / FORMATIONS

Évaluer et améliorer l'environnement sonore dans les open spaces (J@0540)

Une session mixte en distanciel/présentiel :
en distanciel du 20/10/2025 au 01/12/2025 ;
en présentiel du 08/12/2025 au 10/12/2025
à Vandœuvre-lès-Nancy.

→ PUBLIC

Acteurs des services de prévention et de santé au travail (médecins, infirmiers et intervenants en prévention des risques professionnels), fonctionnels en sécurité et santé au travail, ingénieurs et techniciens de bureaux d'études et de méthodes, ingénieurs-conseils et contrôleurs de sécurité des services prévention des Carsat, Cramif et CGSS.

Prérequis : les participants doivent être en mesure de mener un travail de formation accompagnée à distance en toute autonomie. Ils doivent disposer d'un ordinateur et d'un accès à Internet.

→ OBJECTIFS

Améliorer l'environnement sonore dans les open spaces.

Objectifs pédagogiques :

- Identifier les spécificités des open spaces en termes de nuisances sonores.
- Évaluer la gêne auditive dans les open spaces.
- Proposer des solutions d'amélioration de l'environnement sonore.

→ CONTENU

- Spécificités des open spaces : définition, contexte réglementaire, règles générales d'acoustique.
- Méthodologie d'évaluation de la gêne auditive en open space : analyse de l'activité, qualifier un local open space.
- Mesures d'amélioration et de prévention des risques.

→ INFORMATIONS PRATIQUES :

Durée : 24,5 heures

Lieu : distanciel et Vandœuvre-lès-Nancy

Responsable pédagogique : Anthony BENHORA

Renseignements, inscriptions :

INRS, Département Formation

65, boulevard Richard-Lenoir, 75011 Paris

E-mail : secretariat.forp@inrs.fr

Coût : 853 € nets (exonération de TVA).

Caractériser et prévenir les risques liés aux nanomatériaux (nanomatériaux manufacturés et particules ultrafines) (JA1030)

Une session : du 06/10/25 au 10/10/2025
à Vandœuvre-lès-Nancy.

→ PUBLIC

Préventeurs d'entreprise concernés par une activité professionnelle en lien avec les nanomatériaux (nanomatériaux manufacturés ou particules ultrafines), médecins du travail, intervenants en prévention des risques professionnels (IPRP), agents des services prévention des Carsat, Cramif et CGSS, préventeurs institutionnels (Dreets, Dreal, MSA...).

Prérequis : pour s'inscrire à cette formation, il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance du risque chimique.

→ OBJECTIFS

Caractériser et prévenir les risques liés aux nanomatériaux manufacturés et aux particules ultrafines dans un contexte professionnel.

Objectifs pédagogiques :

- Décrire les dangers pour la santé et la sécurité des nanomatériaux.
- Identifier les secteurs industriels concernés et les salariés potentiellement exposés.
- Présenter les outils et protocoles permettant d'estimer les expositions professionnelles.
- Développer une démarche de prévention adaptée en entreprise.
- Intégrer la perception des risques dans la communication de l'entreprise.

→ CONTENU

- Perception des risques, communication dans l'entreprise.
- Point sur la terminologie, les définitions et la fabrication.
- Réglementation en vigueur.
- Effets potentiels sur la santé.

- Études épidémiologiques et en toxicologie.
- Inflammabilité et explosivité.
- Caractérisation des expositions professionnelles.
- Démarche de prévention : mise en œuvre des moyens de prévention et de protection (mesures techniques et organisationnelles).

→ INFORMATIONS PRATIQUES :

Durée : 4 jours

Responsable pédagogique : Madeleine RENAUD

Renseignements, inscriptions :

INRS, département Formation

65, boulevard Richard-Lenoir, 75011 Paris

E-mail : secretariat.forp@inrs.fr

Coût : 1 306 € nets (exonération de TVA).

Évaluer et améliorer l'éclairage des lieux de travail (JJ0531)

Une session : du 06/10/25 au 09/10/2025 à Vandœuvre-lès-Nancy.

→ PUBLIC

Fonctionnels « sécurité et santé au travail », acteurs des services de prévention et de santé au travail (médecins, infirmiers et intervenants en prévention des risques professionnels).

→ OBJECTIFS

Contribuer à l'amélioration de l'ambiance lumineuse des lieux de travail.

Objectifs pédagogiques :

- Identifier les connaissances socles de l'ambiance lumineuse.
- Évaluer l'ambiance lumineuse au poste de travail.
- Proposer des mesures d'amélioration.

→ CONTENU

- Lumière et éclairage : données physiques, grandeurs et unités.
- Œil et vision.
- Sources de lumière et luminaires.
- Contexte réglementaire.
- Méthodologie d'évaluation de l'ambiance lumineuse au poste de travail.
- Les mesures d'amélioration de l'ambiance lumineuse : préconisations et retours d'expérience.

→ INFORMATIONS PRATIQUES :

Durée : 3 jours

Responsable pédagogique : Amine FATMI

Renseignements, inscriptions :

INRS, département Formation

65, boulevard Richard-Lenoir, 75011 Paris

E-mail : secretariat.forp@inrs.fr

Coût : 979 € nets (exonération de TVA).

Évaluer et prévenir les risques biologiques, chimiques et radiologiques rencontrés en laboratoire de recherche en biologie (JJ2431)

Une session : du 14/10/25 au 17/10/2025 à Paris.

→ PUBLIC

Préventeurs d'entreprise, acteurs des services de prévention et de santé au travail : médecins, infirmiers et intervenants en prévention des risques professionnels (IPRP).

Prérequis : sur les risques chimiques, le stage

Réf. C@1501 « Acquérir les notions de base sur les produits chimiques » peut constituer un préalable intéressant.

→ OBJECTIFS

Évaluer et prévenir les risques biologiques, chimiques et radiologiques dans le secteur des laboratoires de recherche en biologie.

Objectifs pédagogiques :

- Repérer les situations de travail à risques.
- Évaluer les risques liés aux agents biologiques, chimiques et radioactifs.
- Préconiser des mesures de prévention des risques biologiques, chimiques et radiologiques.

→ CONTENU

- Contexte des laboratoires de recherche en biologie.
- Démarche d'évaluation des risques biologiques, chimiques et radiologiques.
- Mesures de prévention collectives et individuelles pour prévenir les risques biologiques, chimiques et radiologiques.

→ INFORMATIONS PRATIQUES :

Durée : 3,5 jours

Responsable pédagogique : Aurore YANG

Renseignements, inscriptions :

INRS, département Formation

65, boulevard Richard-Lenoir, 75011 Paris

E-mail : secretariat.forp@inrs.fr

Coût : 1 142 € nets (exonération de TVA).

POUR EN SAVOIR +

• Retrouvez toute l'offre de formation de l'INRS sur : www.inrs.fr/services/formation.html

Sélection bibliographique

À LIRE, À VOIR

Les publications de l'INRS sont consultables et téléchargeables sur : www.inrs.fr/Rubriques « Publications et outils/Brochures et dépliants » ou « Affiches et autocollants » (papier/Web) et « Vidéos ».



Campagne INRS de sensibilisation sur les risques liés aux machines

INRS, 2025 ; site Web dédié, dépliant, vidéos, catalogue (*nouveautés*).

L'INRS a lancé une nouvelle campagne de sensibilisation sur les risques liés aux machines. Le dispositif s'articule autour d'un site Web dédié (accessible sur : www.securite-machine.fr). Ce site regroupe de nombreuses ressources qui aideront les entreprises à prévenir les risques à chaque étape du cycle de vie d'une machine. Y figurent notamment un dépliant (ED 5100), ainsi que des vidéos pédagogiques proposant des conseils pratiques pour :

- évaluer la sécurité des machines (<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=Anim-451>) ;
- entretenir une machine (<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=Anim-452>) ;
- former et informer le personnel (<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=Anim-453>) ;
- choisir une machine (<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=Anim-454>) ;
- installer une machine (<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=Anim-455>) ;
- modifier une machine (<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=Anim-456>).

L'INRS propose également un catalogue rassemblant l'essentiel de ses productions sur le risque machines (ED 4707).



Mises à jour et nouveautés concernant l'offre d'informations de l'INRS sur les TMS

INRS, 2025 ; Dossier Web, treize vidéos (*nouveautés/mises à jour*).

Les troubles musculosquelettiques (TMS) des membres supérieurs et inférieurs sont de loin les maladies professionnelles reconnues les plus fréquentes. Pour aider les entreprises et les travailleurs à prévenir ces risques, l'INRS propose de nombreuses ressources en ligne. Parmi les nouveautés et mises à jour récentes :

- le dossier Web « Troubles musculosquelettiques » accessible sur : <https://www.inrs.fr/risques/tms-troubles-musculosquelettiques/ce-qu-il-faut-retenir.html>
- en particulier, treize vidéos pour comprendre les mécanismes de survenue des TMS, accessibles sur : <https://www.inrs.fr/risques/tms-troubles-musculosquelettiques/publications-outils-liens.html>



Les maladies professionnelles. Guide d'accès aux tableaux du régime général et du régime agricole de la Sécurité sociale

INRS, 2025 ; ED 835 (*mise à jour*).

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.



Cabines ventilées pour le travail de la pierre

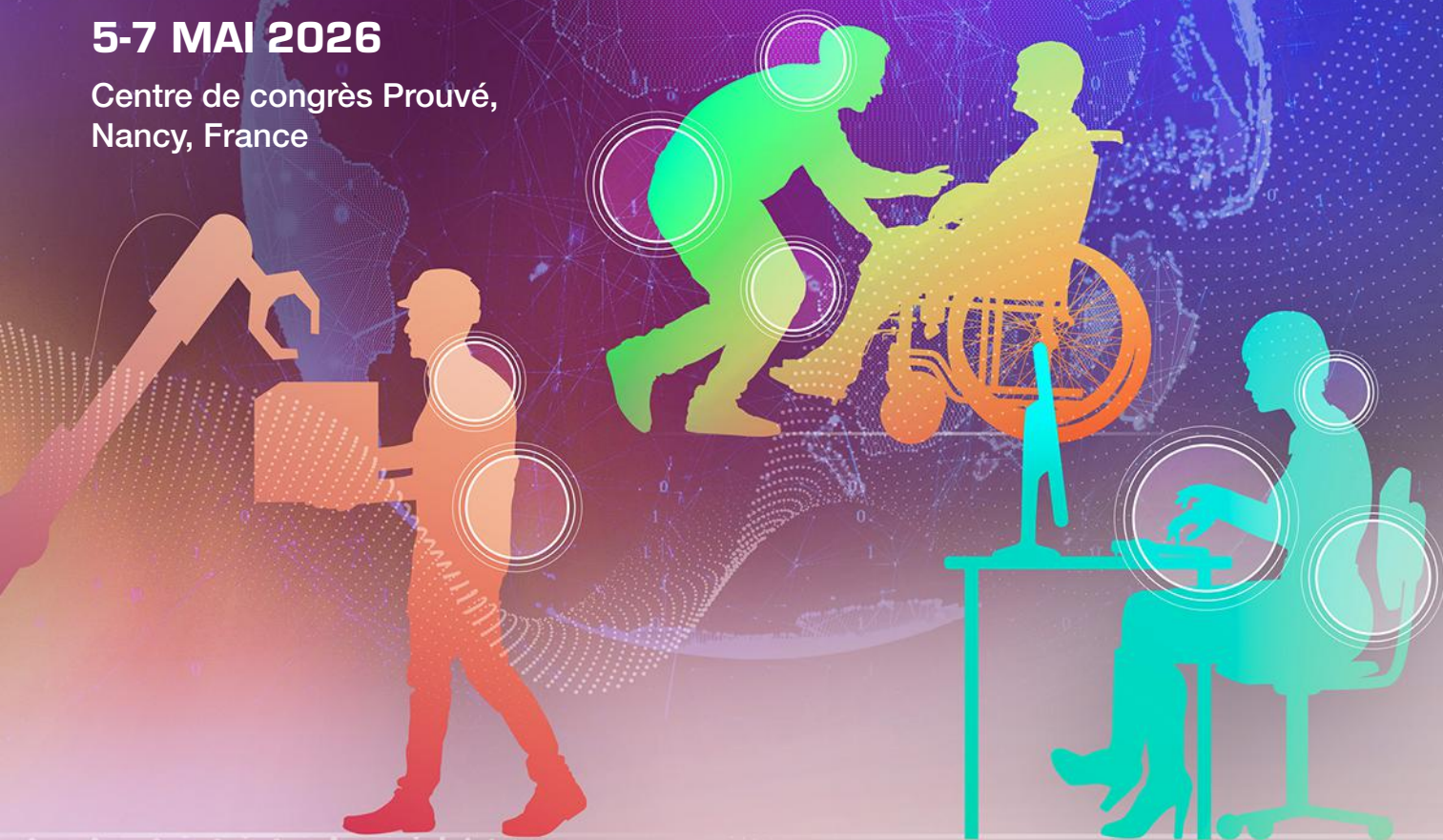
INRS, 2025 ; ED 6550 (*nouveauté*).

Ce guide est destiné, en premier lieu, aux personnes chargées d'acquies et de mettre en œuvre des cabines ouvertes ventilées dans le domaine du travail de la pierre. Il concerne les opérations de découpe, de taille ou de surfacage à l'aide d'outils portatifs. **Ce guide annule et remplace la précédente édition (référence ED 947).**

PRÉVENTION DURABLE DES TMS : NOUVEAUX DÉFIS POUR LA RECHERCHE ET LA PRATIQUE

5-7 MAI 2026

Centre de congrès Prouvé,
Nancy, France



Appel à communications

Date de soumission des résumés - symposium : **15 septembre 2025**

Communication orale et poster : **13 octobre 2025**

Notification aux auteurs : **19 décembre 2025**

Contact : tms2026.org@inrs.fr

tms2026.inrs.fr



Veille & prospective

Prospective

Anticiper les transformations du travail
pour prévenir les risques professionnels

P.103

ANTICIPER LES TRANSFORMATIONS DU TRAVAIL POUR PRÉVENIR LES RISQUES PROFESSIONNELS

Dix ans après la publication de son premier exercice de prospective, l'INRS a pris l'initiative d'organiser une conférence internationale dédiée à l'application de cette discipline au domaine de la santé et sécurité au travail. Ouverte à tous les acteurs de la prévention des risques professionnels, elle s'est déroulée le 14 novembre 2024, à Paris. Intitulé *Foresight for OSH*, cet événement visait plusieurs objectifs : partager les résultats des travaux de prospective conduits par différents organismes de santé et sécurité au travail ; mettre en lumière la variété des approches méthodologiques ; identifier leurs convergences et enfin, débattre des usages de ces travaux dans les différentes institutions. Plusieurs partenaires ont été impliqués dans son organisation : le Niosh et l'IFA, homologues de l'INRS aux États-Unis et en Allemagne, mais aussi l'Agence européenne pour la santé et la sécurité au travail (EU-Osha) et le réseau Perosh. Cet article propose une synthèse de cet événement.

ANTICIPATING WORK TRANSFORMATIONS TO PREVENT OCCUPATIONAL RISKS – Ten years after the publication of their first foresight issue, INRS took the initiative to organise an international conference on the application of this discipline to the field of occupational safety and health. Open to all OSH stakeholders, it took place on 14 November 2024 in Paris. Entitled “Foresight for OSH”, this event had several objectives: to share the results of the foresight work conducted by different OSH bodies; to highlight the variety of methodological approaches; to identify their similarities and lastly, to discuss how this work is used in the different institutions. Several partners were involved in the organisation: NIOSH and IFA, INRS’s peers in the USA and Germany, but also the European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA) and the PEROSH network. This article proposes a summary of this event.

JENNIFER
CLERTÉ,
MARC
MALENFER
INRS, mission
Veille et
prospective

Un contexte d'accélération des transformations du travail

La conférence *Foresight for occupational safety and health* (Fosh 2024) a été ouverte par John Howard, directeur du *National Institute for Occupational Safety and Health* (Niosh, États-Unis). Après avoir souligné l'importance de ce rendez-vous et d'une collaboration internationale au service de la santé et de la sécurité au travail (SST), l'intervenant a insisté sur l'intérêt de la prospective, en cette période où le rythme des transformations s'accélère, porté par les fluctuations de l'économie mon-

diale et les changements technologiques. Dans ce contexte, la prospective permet aux organismes qui l'adoptent de préparer, de planifier et même d'influencer l'avenir. C'est pour cette raison que les scénarios de prospective sont utilisés depuis près de 75 ans pour éclairer les stratégies des entreprises, des armées, des politiques publiques et de préparation aux situations d'urgence. Suivant une logique de prévention visant à anticiper les risques à venir, il apparaissait donc naturel que le domaine de la SST s'empare également de cet outil. Au sein du Niosh, le lancement d'une démarche de



prospective a commencé il y a cinq ans et vient nourrir un portefeuille de recherches, dont l'élaboration suit un cadre prospectif et a fait l'objet de plusieurs publications scientifiques.

Pour conclure, John Howard a également émis le souhait que cette conférence puisse faire progresser les réflexions et compétences de nos organisations pour affronter ces défis, afin que les connaissances acquises puissent être mises au profit des actions de prévention et leur permettent d'anticiper les questions émergentes les plus critiques.

L'apport des scénarios pour la planification

Dans un premier temps, Raphaël Ramirez, directeur de l'Oxford-Hyundai Motor Group Foresight Centre et de l'Oxford Scenarios Programme, s'est chargé d'apporter des éléments de définition et d'illustration sur ce que sont la prospective et ses usages. Victime d'un accident du travail à l'âge de 19 ans dans le cadre d'un job d'été, l'intervenant a été amené à s'intéresser très jeune à la question des risques professionnels. Par enchaînement, il s'est spécialisé dans le domaine du management des organisations et a co-développé l'approche des « scénarios d'Oxford », formalisée en 2016 dans son ouvrage *Strategic reframing : The scenario planning approach*¹.

Cette méthode, qui s'inscrit dans une tradition de planification inaugurée dans les années 1970, est constituée de plusieurs étapes. Il s'agit, dans un premier temps, de définir clairement le contexte stratégique propre à un écosystème, en précisant quels en sont les protagonistes et leurs interactions. Il faut ensuite définir l'environnement contextuel de cet écosystème, qui peut être influencé par un grand nombre de variables : géopolitiques, climatiques, économiques, juridiques, etc. Le croisement des hypothèses d'évolution de ces différentes variables, suivant leurs degrés de plausibilité, peut ensuite donner lieu à la construction de scénarios. Les différents acteurs pourront enfin s'y projeter pour mieux estimer les opportunités et défis que ces différentes visions du futur peuvent présenter pour eux. L'approche développée par Oxford se distingue par l'importance qu'elle donne aux interactions entre les organisations dans ces scénarios.

L'observatoire des risques émergents de l'Institut de prévention allemand (IFA)

Les présentations qui ont suivi ont concerné les différents travaux conduits par les organismes de prévention pour alimenter leurs réflexions sur les enjeux de SST des prochaines années. Angelika Hauke et Eva Flaspöler ont ainsi présenté l'observatoire des risques émergents, créé par l'IFA (*Institut für Arbeitsschutz*, Allemagne) en 2011,

et dont l'objectif principal est de soutenir les organismes d'assurance des accidents du travail dans la mise en œuvre d'une prévention proactive. S'appuyant sur un processus en cinq étapes (identification de tendances, classification par ordre de priorité, recherche approfondie sur une liste restreinte de tendances majeures, analyse des risques et opportunités pour chacune d'entre elles, recommandations stratégiques), l'équipe a d'abord identifié et classé 117 tendances au sein de dix catégories thématiques : transformation numérique et connectivité ; nouvelles technologies ; mondialisation ; économie ; nouvelles formes de travail et d'emploi ; changement climatique ; infrastructures ; mobilités ; évolution démographique et diversité ; affaires sociales et santé. Par la suite, dix enquêtes ont été conduites auprès de chercheurs et experts en SST pour identifier les tendances majeures. La liste a ainsi été réduite à 39 tendances principales.

Pour finir, chaque tendance a été décrite dans une fiche répondant à quatre questions : comment se caractérise cette tendance ? Qu'est-ce qui accélère ou ralentit la tendance ? Quels sont les secteurs / groupes particulièrement touchés par la tendance ? Quels changements en résulteront pour la sécurité et la santé des travailleurs ?

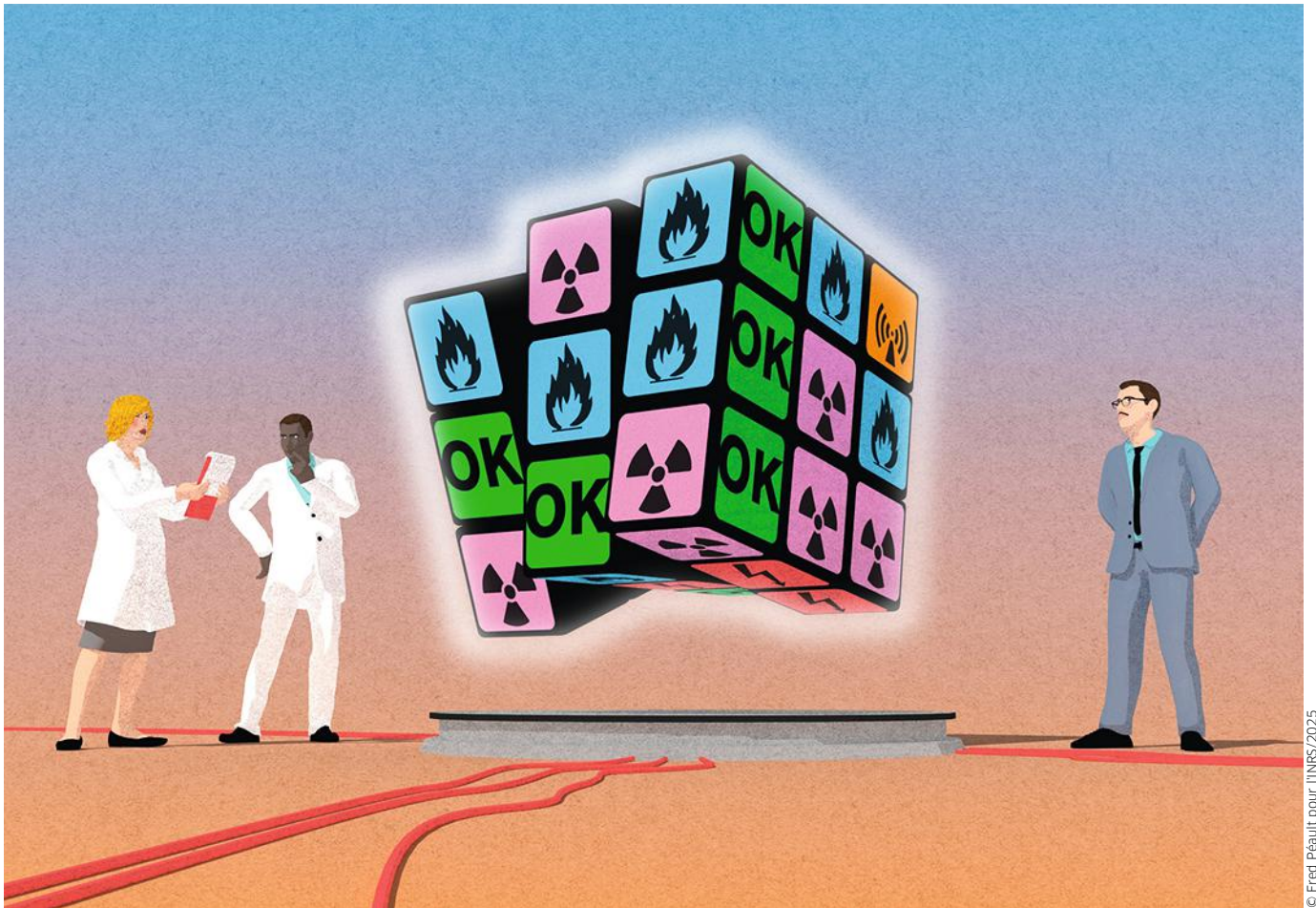
En conclusion, les perspectives en matière de SST sont envisagées, avec quelques recommandations d'actions préventives. Ces fiches descriptives sont toutes accessibles sur un portail des tendances, consultable sur le site de l'IFA².

La pratique de la prospective au Niosh

Jessica Streit, directrice adjointe du Bureau d'intégration de la recherche au Niosh, est pour sa part revenue sur le développement d'un cadre prospectif au sein de l'institut en santé et sécurité au travail des États-Unis. Le cadre méthodologique de la démarche adoptée par le Niosh est décrit dans un article publié en 2021³. Il est composé de six étapes :

- l'identification des différents sujets caractérisant le domaine de la SST ;
- la recherche des signaux de changement concernant ce domaine ;
- le développement de scénarios plausibles ;
- l'exploration des enjeux soulevés par ces scénarios pour la SST ;
- la mise en œuvre de stratégies pour se préparer et tenter d'influencer les évolutions à venir ;
- la veille continue sur les signaux de changement.

Depuis, cette méthode a été appliquée à trois projets de prospective conduits entre 2021 et 2023. Le premier a été consacré au futur de la SST⁴. Le deuxième projet portait sur les enjeux induits par les futures disruptions pour les acteurs de la



© Fred Péault pour l'INRS/2025

santé au travail⁵. Le dernier projet était consacré aux priorités futures de la recherche en SST⁶. La communication de ces travaux se fait essentiellement par le biais de publications scientifiques, mais également au travers de webinaires (@Foresight Friday)⁷ ou de sessions de formation. Jessica Streit a également livré quelques éléments à propos des principales conclusions auxquelles ces travaux ont pu aboutir. Plusieurs enjeux relatifs à l'exercice des métiers de chercheur et de préventeur en SST ont été mis en exergue. Ils concernent l'accès aux données nécessaires à la recherche et leur qualité ; la transformation de la nature du travail, avec une importance croissante de la place de la santé mentale ; la démultiplication des sujets de recherche alors que la tendance est à la limitation des ressources ; une stratégie de partenariats scientifiques complexifiée par le travail à distance ; et les nouvelles réglementations de protection des données.

Le cycle de prospective de l'EU-Osha sur l'économie circulaire

Annick Starren (Agence européenne pour la santé et la sécurité au travail, EU-Osha) a ensuite présenté le cycle de prospective conduit par l'agence

européenne sur le sujet de l'économie circulaire entre 2019 et 2023. Ce sujet a été choisi en raison de son positionnement à l'intersection de multiples axes prioritaires du *Green Deal* européen (réduction des émissions de CO₂, découplage entre croissance économique et utilisations de ressources naturelles...). Le développement de cette nouvelle économie aura indiscutablement des conséquences en matière de SST. L'objectif de ce cycle était d'anticiper les changements qui lui sont associés, pour mieux prévenir les risques professionnels qui en découleront. D'un point de vue méthodologique, l'Agence a d'abord mené un exercice de prospective classique conduisant à la construction de quatre scénarios « macro », puis étudié les implications de ces scénarios pour quatre catégories de travailleurs (peu qualifiés, qualifiés, migrants, précaires) et quatre secteurs (énergie, construction, transport et industrie). La combinaison de ces différents focus a permis d'élaborer seize « micro-scénarios ». Puis quatre ateliers ont été conduits sur quatre enjeux préalablement identifiés (travailleurs vulnérables, secteurs impactés, perspectives régionales, gestion des déchets). Les participants, choisis parmi les principaux acteurs investis dans la prévention



(partenaires sociaux, chercheurs, inspecteurs du travail), étaient amenés à s'interroger sur les deux questions suivantes : quels changements les différents scénarios pourraient-ils entraîner pour l'avenir du travail jusqu'en 2040 ? Que pourraient faire les décideurs politiques pour améliorer les perspectives futures en matière de SST ?

Sur la base de l'ensemble de ces apports, l'agence a pu émettre un certain nombre de recommandations. Elle souligne en particulier que les objectifs du *Green Deal* européen vont impliquer le recours à de nouveaux matériaux (renouvelables, biodégradables) et à de nouveaux procédés. Ceux-ci présentent de possibles risques pour la santé des travailleurs, qu'il faut évaluer avant leur introduction et tout au long de leurs cycles de vie. Le développement d'une certification et de normes sera donc nécessaire et devra être accompagné d'un étiquetage rigoureux.

Si l'approche par scénarios mise en œuvre par l'EU-Osha s'avère relativement classique, l'Agence européenne a adopté à cette occasion une méthode originale de communication des résultats. Pour faciliter l'accès à un matériau riche et complexe, elle s'est en effet appuyée sur l'usage d'un *serious game* développé par le JRC (*Joint research center*)⁸ qui permet aux acteurs ciblés (décideurs, partenaires sociaux) de mieux s'approprier les enjeux relevant des différents scénarios.

Synthèse de dix ans de travaux de prospective en SST à l'INRS

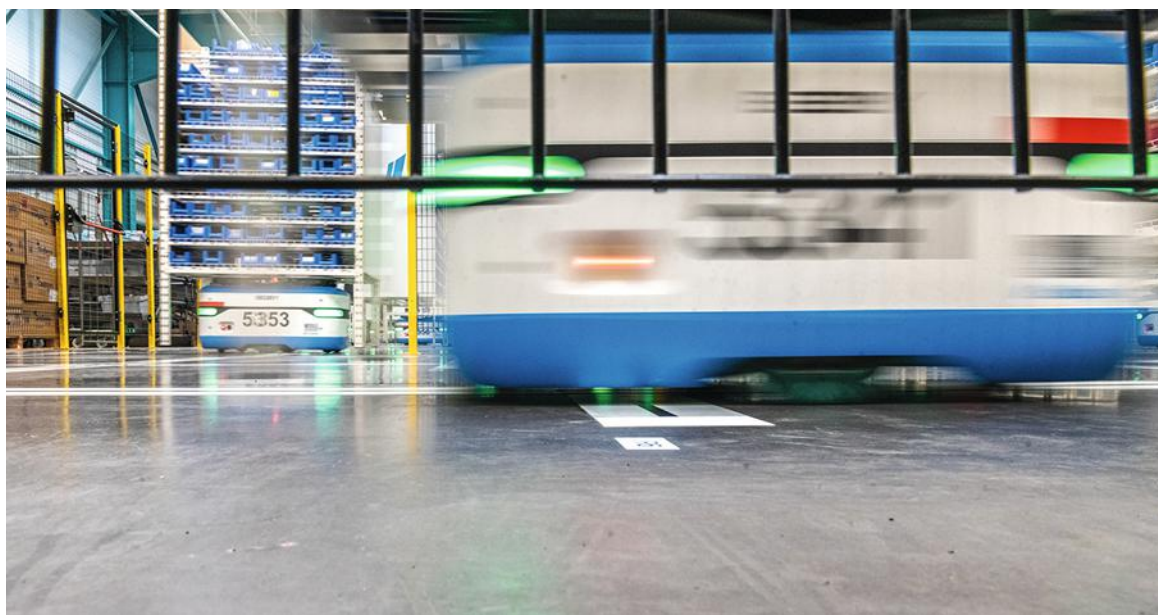
La mission Veille et prospective de l'INRS a présenté une synthèse de l'ensemble des exercices conduits au sein de l'institut et de leurs principaux enseignements. Depuis dix ans, la mission a étudié une dizaine de sujets thématiques en associant à

chaque fois un groupe de travail multidisciplinaire. L'approche prospective constitue toujours une première étape. Elle est suivie d'une étude d'impacts dans le domaine de la SST, au moyen de focus sectoriels, populationnels ou de cas d'usage. Les matériaux ainsi produits sont ensuite soumis à des groupes d'experts en SST, qui en étudient les potentielles implications en matière de risques professionnels associés et proposent des pistes d'actions à mettre en œuvre pour les prévenir.

L'ensemble de ces travaux a permis d'identifier les trois principales transformations qui impacteront le monde du travail dans les prochaines années, et de mettre en évidence les enjeux qu'elles soulèvent pour la SST :

- **Les transformations technologiques** : bien que l'innovation technologique puisse contribuer à améliorer les conditions de travail, elle peut aussi avoir des conséquences délétères pour les travailleurs, comme le risque (et la crainte qui en découle) de déqualification ou de perte d'emploi ; les atteintes à la vie privée ou à l'autonomie des travailleurs ; la perte de confiance en raison de l'imprévisibilité et du manque de transparence ; ou l'intensification et l'augmentation de la complexité du travail.
- **Le changement climatique** : sur ce point, sept sources de risques ont d'ores et déjà été identifiées : l'augmentation de la chaleur ambiante ; la pollution de l'air ; l'exposition aux rayons ultraviolets (UV) ; les événements météorologiques extrêmes ; les maladies à transmission vectorielle ; les transitions industrielles et l'émergence de nouvelles industries ; et les changements dans le domaine du bâtiment (nouveaux modes de construction, rénovation, isolation...).
- **Les évolutions démographiques** qui, du fait du

Utilisation d'appareils automoteurs robotisés dans un pôle logistique de préparation et de répartition de commandes de produits pharmaceutiques.



© Claude Almodovar pour l'INRS/2024

APPORTS	DÉFIS
• Favorise le développement et l'acquisition de nouvelles compétences et l'identification de nouveaux domaines de recherche. • Améliore la collaboration multidisciplinaire. • Favorise l'anticipation et la préparation (industries, emplois et activités émergents, phénomènes probables/improbables, expositions aux risques, groupes de population à risque). • Aide à identifier les priorités stratégiques en matière de recherche et à relier la recherche à la planification stratégique et à l'élaboration des politiques. • Favorise de nouvelles collaborations et de nouveaux partenariats. • Promeut l'image d'une organisation tournée vers l'avenir. • Facilite le lobbying en faveur de la SST dans de nouveaux domaines d'activité.	• Nécessité d'améliorer l'acceptation de la prospective par les parties prenantes. • Nécessité de nouvelles compétences et de nouveaux modes de pensée. • Difficulté à établir un lien entre les macro-tendances et la SST. • Limites des ressources, concurrence interne pour les ressources (financement, personnel, temps). • Risque d'absence d'action de suivi, exercice restant ponctuel. • Difficulté posée par la vitesse des changements contextuels des facteurs ayant un impact sur le travail et les travailleurs. • Difficulté à identifier les angles morts de la prospective en matière de SST. • Difficulté à évaluer l'importance des signaux faibles. • Évaluation de la prospective nécessitant une méthodologie spécifique. • Diffusion des résultats par une communication adaptée.

vieillesse de la population, vont être à l'origine de nombreux défis, comme l'aggravation des tensions liées au recrutement, déjà subies par certains secteurs ; la nécessité de prévenir la pénibilité du travail dès l'entrée dans la vie active, afin de parvenir à maintenir les personnes en emploi sur le long terme ; l'enjeu de la formation des populations migrantes à la culture nationale de prévention ; ou encore, l'importance d'évaluer les risques liés aux innovations, aussi bien technologiques qu'organisationnelles.

Enfin, la mission a montré comment les résultats de ces exercices passés ont pu être mobilisés par les chercheurs ou les partenaires de l'institut pour anticiper des actions de prévention sur des facteurs de risque émergents. Deux exemples ont été évoqués : celui du développement à l'INRS de travaux de recherche puis d'information sur les exosquelettes, à la suite d'un exercice de prospective consacré aux robots d'assistance physique, et celui de la prise en compte par le réseau Assurance maladie – Risques professionnels des enjeux de SST associés au processus de la construction hors site, à la suite d'un exercice de prospective consacré aux évolutions du secteur du bâtiment.

Les enseignements d'un travail commun

Pour achever les sessions de présentation, les organisateurs de la conférence ont présenté les résultats d'un travail conduit en marge de l'événement, afin d'analyser les pratiques actuelles de chaque institution, identifier les stratégies d'appropriation des travaux de prospective, et définir le cadre des futures collaborations. Dans un premier temps, un travail d'analyse des différentes approches et pratiques de prospective,

ainsi que des principales tendances et messages clés, a été mené pour identifier les similitudes et les différences des activités de prospective nationales. Si des spécificités existent concernant les méthodologies, l'organisation, la production ou la communication, on note un certain nombre de points communs, dont :

- **le constat partagé d'une évolution de la SST liée à trois phénomènes principaux** : la numérisation et les technologies, les évolutions démographiques, le changement climatique et les transitions vertes ;
- **l'identification des domaines dans lesquels des recherches sont nécessaires** : fournir aux décideurs et aux chercheurs des informations sur les principales tendances futures ; identifier les questions stratégiques clés à prendre en compte par les préventeurs et les aider à mettre en place des actions efficaces pour aujourd'hui et pour demain ;
- **des thématiques d'études similaires** : technologies avancées ; changement climatique ; nouveaux modes et méthodes de production (économie circulaire, plateformes) ; évolution des modes d'organisation du travail ; démographie de la main-d'œuvre ; santé physique et mentale ;
- **une approche pluridisciplinaire en amont comme en aval des projets.**

Les apports et défis que la pratique de la prospective peut induire dans le domaine de la SST ont ensuite été discutés. Ils sont synthétisés dans le *Tableau* ci-dessus.

Cet atelier a également permis d'identifier de nouveaux sujets d'études de prospective à conduire dans les années à venir, puis d'explorer de futures

↑ **TABLEAU**
Apports
et défis
associés
à la pratique
de la prospective
par les organismes
de SST.





© Patrick Delapierre pour l'INRS/2024

Utilisation d'un procédé faisant appel à la réalité virtuelle pour l'accompagnement d'une démarche de transformation de l'organisation du travail et des outils en entreprise.

pistes de collaboration. Parmi les propositions discutées, trois axes ont été définis comme prioritaires :

- **Améliorer la production de connaissances en matière de SST**, grâce à l'interprétation des signaux faibles, la sensibilisation à l'impact des tendances futures sur la SST et la mise en œuvre des recommandations émises.
- **Continuer les échanges sur les pratiques et méthodes de prospective** dédiées à la recherche, ainsi que sur les stratégies pour atteindre et influencer les décideurs politiques.
- **Identifier les ressources potentielles et les efforts internationaux** pour la promotion de la prospective dans le domaine de la prévention (cartographier les projets, résultats, utilisateurs finaux, et coordonner l'exploration de sujets prospectifs entre les organisations).

Conclusion

Deux tables rondes ont aussi permis de débattre des apports des travaux de prospective pour les organisations. La première, qui rassemblait des

représentants d'organismes de recherche en santé au travail, a mis en évidence l'utilité des réflexions prospectives dans la construction des stratégies de recherche. La seconde a permis à des acteurs de la régulation de la SST au niveau international de discuter des apports de ces travaux pour pointer les enjeux qui nécessitent des adaptations de la régulation.

Ces échanges ont permis de souligner l'utilité des travaux de prospective et la nécessité de familiariser les chercheurs à ces méthodes souvent méconnues. Ont notamment été soulignés, parmi les nombreux défis des années à venir, l'écart de moyens grandissant entre les grandes entreprises et les petites pour faire face aux conséquences des transformations du travail sur la SST, et la pénurie à venir de ressources humaines qualifiées pour élaborer et déployer les actions de prévention sur les lieux de travail.

Cette première conférence a été l'occasion de confirmer l'intérêt des échanges entre homologues sur ces questions. Plusieurs projets communs vont permettre de poursuivre les collaborations engagées et de consolider le réseau d'experts constitué dans le cadre de cet événement. ●

1. Voir : RAMIREZ R., WILKINSON A. – Strategic reframing : The Oxford scenario planning approach. Oxford Academic Press, 2016. Accessible sur : <https://academic.oup.com/book/9616>

2. Accessible sur : <https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/work-4-0/risikooobservatorium/trendportal/index-2.jsp>

3. Article accessible sur : <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/16/8477>

4. Article accessible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36901347/>

5. Article accessible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37963719/>

6. Article accessible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34444224/>

7. Cette série de webinaires est accessible en ligne (consultée en février 2025) : https://www.youtube.com/playlist?list=PLurp9iOILTQZaPpBRfDxx7R3_V8O_8CW

8. Pour en savoir plus : https://oecd-opsi.org/wp-content/uploads/2019/12/The_JRC_Scenario_Exploration_System_-_Fr.pdf

POUR EN SAVOIR +

- Les présentations des intervenants à la conférence sont accessibles sur : <https://www.inrs.fr/footer/actes-evenements/FOSH-2024.html>
- Les travaux de prospective conduits depuis dix ans par l'INRS sont accessibles sur : <https://www.inrs.fr/inrs/prospective-quel-travail-demain.html>



HYGIÈNE & SÉCURITÉ DU TRAVAIL (HST)

publication éditée par
l'INRS, Institut national de
recherche et de sécurité pour
la prévention des accidents
du travail et des maladies
professionnelles

65, boulevard Richard-Lenoir
75011 Paris – France
Tél.: 01 40 44 30 00
Dépôt légal :
2^e trimestre 2025
n° 24120123
ISSN 0007-9952
[www.inrs.fr/publications/
hst/dans-ce-numero.html](http://www.inrs.fr/publications/hst/dans-ce-numero.html)

INRS service abonnements

Service Magasin, gestion,
diffusion, édition et
reproduction (MGDER)
Hygiène & sécurité du travail
Rue du Morvan, CS 60027
Tél.: 03 83 50 20 08 /
03 83 50 98 61
abo.revues@inrs.fr

Photogravure

Keygraphic

Impression

Corlet Imprimeur
14110 Condé-sur-Noireau
France

L'autorisation de reproduire
totalement ou partiellement
des articles parus dans
Hygiène et sécurité du travail
(HST) doit être sollicitée
à l'avance et par écrit.
Toute reproduction, quel
qu'en soit le support
(à l'exception des copies
à usage interne), qui n'aurait
pas été précédée d'un accord
préalable, serait effectuée
en violation des droits
de l'éditeur.



**Retrouvez
tous les articles sur
www.hst.fr**